

ESP8266 Non-OS SDK

API 参考



版本 3.0.2
乐鑫信息科技
版权所有 © 2020

关于本手册

本文档提供 ESP8266_NONOS_SDK 的 API 说明。

发布说明

日期	版本	发布说明
2016.03	V1.5.2	更新章节 3.2、A.5 和 3.3.37
2016.04	V1.5.3	新增章节 3.5.11 和 3.5.12 更新章节 3.5.67 和 3.7.9
2016.05	V1.5.4	新增章节 3.3.8、3.3.46、3.3.47、3.3.48 和 3.7.8 更新章节 3.7
2016.07	V2.0.0	更新章节 3.8.6 和 3.5.65 新增章节 3.9、3.14、3.3.48、3.5.72 和 3.5.73
2016.11	V2.0.1	将章节 3.5.30 中的函数定义 wifi_station_get_hostname 改为 wifi_station_set_hostname
2017.01	V2.0.2	更新第 2 章
2017.05	V2.1.0	新增章节 3.3.49, 3.3.50, 4.3.6 和 8.2.4
2017.05	V2.1.1	更新第 2 章
2017.06	V2.1.2	更新章节 3.3.9
2018.02	V2.2	更新章节 6.2.1, 6.2.3, 6.2.4, 3.3.49 新增章节 3.4.8, 3.4.9, 3.5.74, 3.5.75
2018.05	V2.2.1	更新章节 2.4, 3.5.54, 3.7
2018.08	V3.0	新增章节 3.3.50, 3.3.51, 3.3.52, 3.5.76, 3.5.77, 3.5.78, 3.5.79, 附录 A.6 更新章节 2.5 删除 system_phy_freq_trace_enable
2019.03	V3.0.1	删除章节 3.5.76, 3.5.77, 3.5.78, 3.5.79
2020.09	V3.0.2	删除关于文档《ESP8266 Flash 读写说明》的链接

文档变更通知

用户可通过乐鑫官网订阅页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/subscribe> 订阅技术文档变更的电子邮件通知。

证书下载

用户可通过乐鑫官网证书下载页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/certificates> 下载产品证书。

目录

1. 前言.....	1
2. Non-OS SDK.....	2
2.1. Non-OS SDK 简介.....	2
2.2. 代码结构.....	2
2.3. 定时器 (timer) 和中断.....	4
2.4. 系统性能.....	4
2.5. 系统存储.....	4
3. 应用程序接口 (API).....	7
3.1. 软件定时器.....	7
3.1.1. os_timer_arm.....	7
3.1.2. os_timer_disarm.....	7
3.1.3. os_timer_setfn.....	8
3.1.4. system_timer_reinit.....	8
3.1.5. os_timer_arm_us.....	8
3.2. 硬件中断定时器.....	8
3.2.1. hw_timer_init.....	9
3.2.2. hw_timer_arm.....	9
3.2.3. hw_timer_set_func.....	10
3.2.4. 硬件定时器示例.....	10
3.3. 系统接口.....	10
3.3.1. system_get_sdk_version.....	10
3.3.2. system_restore.....	11
3.3.3. system_restart.....	11
3.3.4. system_init_done_cb.....	11
3.3.5. system_get_chip_id.....	11
3.3.6. system_get_vdd33.....	12
3.3.7. system_adc_read.....	12
3.3.8. system_adc_read_fast.....	13
3.3.9. system_deep_sleep.....	14

3.3.10. system_deep_sleep_set_option	15
3.3.11. system_phy_set_rfoption.....	15
3.3.12. system_phy_set_powerup_option.....	16
3.3.13. system_phy_set_max_tpw	16
3.3.14. system_phy_set_tpw_via_vdd33	16
3.3.15. system_set_os_print.....	17
3.3.16. system_print_meminfo	17
3.3.17. system_get_free_heap_size.....	17
3.3.18. system_os_task	17
3.3.19. system_os_post.....	18
3.3.20. system_get_time.....	18
3.3.21. system_get_rtc_time.....	19
3.3.22. system_rtc_clock_cali_proc.....	19
3.3.23. system_rtc_mem_write.....	19
3.3.24. system_rtc_mem_read	20
3.3.25. system_uart_swap	20
3.3.26. system_uart_de_swap	20
3.3.27. system_get_boot_version.....	21
3.3.28. system_get_userbin_addr.....	21
3.3.29. system_get_boot_mode	21
3.3.30. system_restart_enhance.....	21
3.3.31. system_update_cpu_req	22
3.3.32. system_get_cpu_freq	22
3.3.33. system_get_flash_size_map	22
3.3.34. system_get_rst_info.....	23
3.3.35. system_soft_wdt_stop.....	23
3.3.36. system_soft_wdt_restart.....	23
3.3.37. system_soft_wdt_feed.....	24
3.3.38. system_show_malloc.....	24
3.3.39. os_memset	24
3.3.40. os_memcpy	25
3.3.41. os_strlen	25
3.3.42. os_printf.....	25
3.3.43. os_bzero	25

3.3.44.	os_delay_us	26
3.3.45.	os_install_putc1	26
3.3.46.	os_random.....	26
3.3.47.	os_get_random	26
3.3.48.	user_rf_cal_sector_set	26
3.3.49.	system_deep_sleep_instant	28
3.3.50.	system_partition_table_regist	28
3.3.51.	system_partition_get_ota_partition_size	28
3.3.52.	system_partition_get_item	29
3.4.	SPI Flash 接口	29
3.4.1.	spi_flash_get_id	29
3.4.2.	spi_flash_erase_sector	29
3.4.3.	spi_flash_write	29
3.4.4.	spi_flash_read.....	30
3.4.5.	system_param_save_with_protect	30
3.4.6.	system_param_load	31
3.4.7.	spi_flash_set_read_func	31
3.4.8.	spi_flash_erase_protect_enable	32
3.4.9.	spi_flash_erase_protect_disable.....	32
3.5.	Wi-Fi 接口.....	33
3.5.1.	wifi_get_opmode	33
3.5.2.	wifi_get_opmode_default.....	33
3.5.3.	wifi_set_opmode.....	33
3.5.4.	wifi_set_opmode_current	34
3.5.5.	wifi_station_get_config	34
3.5.6.	wifi_station_get_config_default	34
3.5.7.	wifi_station_set_config	35
3.5.8.	wifi_station_set_config_current	35
3.5.9.	wifi_station_set_cert_key.....	36
3.5.10.	wifi_station_clear_cert_key	37
3.5.11.	wifi_station_set_username	37
3.5.12.	wifi_station_clear_username	37
3.5.13.	wifi_station_connect	37
3.5.14.	wifi_station_disconnect	38

3.5.15. wifi_station_get_connect_status	38
3.5.16. wifi_station_scan	38
3.5.17. scan_done_cb_t	39
3.5.18. wifi_station_ap_number_set	39
3.5.19. wifi_station_get_ap_info	39
3.5.20. wifi_station_ap_change	40
3.5.21. wifi_station_get_current_ap_id	40
3.5.22. wifi_station_get_auto_connect	40
3.5.23. wifi_station_set_auto_connect	40
3.5.24. wifi_station_dhcpc_start.....	41
3.5.25. wifi_station_dhcpc_stop.....	41
3.5.26. wifi_station_dhcpc_status	41
3.5.27. wifi_station_dhcpc_set_maxtry	41
3.5.28. wifi_station_set_reconnect_policy	42
3.5.29. wifi_station_get_rssi	42
3.5.30. wifi_station_set_hostname	42
3.5.31. wifi_station_get_hostname	42
3.5.32. wifi_softap_get_config	42
3.5.33. wifi_softap_get_config_default	43
3.5.34. wifi_softap_set_config	43
3.5.35. wifi_softap_set_config_current	43
3.5.36. wifi_softap_get_station_num	43
3.5.37. wifi_softap_get_station_info	44
3.5.38. wifi_softap_free_station_info	44
3.5.39. wifi_softap_dhcps_start.....	44
3.5.40. wifi_softap_dhcps_stop.....	45
3.5.41. wifi_softap_set_dhcps_lease	45
3.5.42. wifi_softap_get_dhcps_lease.....	46
3.5.43. wifi_softap_set_dhcps_lease_time	46
3.5.44. wifi_softap_get_dhcps_lease_time.....	47
3.5.45. wifi_softap_reset_dhcps_lease_time	47
3.5.46. wifi_softap_dhcps_status	47
3.5.47. wifi_softap_set_dhcps_offer_option	47
3.5.48. wifi_set_phy_mode	48

3.5.49. wifi_get_phy_mode.....	48
3.5.50. wifi_get_ip_info	48
3.5.51. wifi_set_ip_info	49
3.5.52. wifi_set_macaddr.....	49
3.5.53. wifi_get_macaddr	50
3.5.54. wifi_set_sleep_type.....	50
3.5.55. wifi_get_sleep_type	50
3.5.56. wifi_status_led_install	51
3.5.57. wifi_status_led_uninstall	51
3.5.58. wifi_set_broadcast_if	51
3.5.59. wifi_get_broadcast_if	52
3.5.60. wifi_set_event_handler_cb.....	52
3.5.61. wifi_wps_enable	53
3.5.62. wifi_wps_disable.....	54
3.5.63. wifi_wps_start.....	54
3.5.64. wifi_set_wps_cb	54
3.5.65. wifi_register_send_pkt_freedom_cb.....	55
3.5.66. wifi_unregister_send_pkt_freedom_cb	55
3.5.67. wifi_send_pkt_freedom.....	56
3.5.68. wifi_rfid_locp_rcv_open	56
3.5.69. wifi_rfid_locp_rcv_close.....	56
3.5.70. wifi_register_rfid_locp_rcv_cb	57
3.5.71. wifi_unregister_rfid_locp_rcv_cb	57
3.5.72. wifi_enable_gpio_wakeup.....	57
3.5.73. wifi_disable_gpio_wakeup	57
3.5.74. wifi_set_country	58
3.5.75. wifi_get_country.....	58
3.6. Rate Control 接口	59
3.6.1. wifi_set_user_fixed_rate	59
3.6.2. wifi_get_user_fixed_rate	59
3.6.3. wifi_set_user_sup_rate	60
3.6.4. wifi_set_user_rate_limit.....	61
3.6.5. wifi_set_user_limit_rate_mask	62
3.6.6. wifi_get_user_limit_rate_mask.....	62

3.7. 强制休眠接口	63
3.7.1. wifi_fpm_open	63
3.7.2. wifi_fpm_close	63
3.7.3. wifi_fpm_do_wakeup	63
3.7.4. wifi_fpm_set_wakeup_cb	64
3.7.5. wifi_fpm_do_sleep	64
3.7.6. wifi_fpm_set_sleep_type.....	64
3.7.7. wifi_fpm_get_sleep_type	65
3.7.8. wifi_fpm_auto_sleep_set_in_null_mode	65
3.7.9. 示例代码	65
3.8. ESP-NOW 接口	68
3.8.1. 结构体	68
3.8.2. esp_now_init.....	68
3.8.3. esp_now_deinit.....	69
3.8.4. esp_now_register_rcv_cb	69
3.8.5. esp_now_unregister_rcv_cb	69
3.8.6. esp_now_register_send_cb	70
3.8.7. esp_now_unregister_send_cb	70
3.8.8. esp_now_send	71
3.8.9. esp_now_add_peer	71
3.8.10. esp_now_del_peer.....	71
3.8.11. esp_now_set_self_role.....	71
3.8.12. esp_now_get_self_role	72
3.8.13. esp_now_set_peer_role.....	72
3.8.14. esp_now_get_peer_role.....	72
3.8.15. esp_now_set_peer_key	72
3.8.16. esp_now_get_peer_key	73
3.8.17. esp_now_set_peer_channel	73
3.8.18. esp_now_get_peer_channel.....	73
3.8.19. esp_now_is_peer_exist.....	73
3.8.20. esp_now_fetch_peer.....	74
3.8.21. esp_now_get_cnt_info.....	74
3.8.22. esp_now_set_kok	74

3.9. Simple-Pair 接口	75
3.9.1. 结构体	75
3.9.2. register_simple_pair_status_cb	75
3.9.3. unregister_simple_pair_status_cb	75
3.9.4. simple_pair_init	76
3.9.5. simple_pair_deinit	76
3.9.6. simple_pair_state_reset	76
3.9.7. simple_pair_ap_enter_announce_mode	76
3.9.8. simple_pair_sta_enter_scan_mode	76
3.9.9. simple_pair_sta_start_negotiate	77
3.9.10. simple_pair_ap_start_negotiate	77
3.9.11. simple_pair_ap_refuse_negotiate	77
3.9.12. simple_pair_set_peer_ref	77
3.9.13. simple_pair_get_peer_ref	78
3.10. 云端升级 (FOTA) 接口	79
3.10.1. system_upgrade_userbin_check	79
3.10.2. system_upgrade_flag_set	79
3.10.3. system_upgrade_flag_check	79
3.10.4. system_upgrade_start	79
3.10.5. system_upgrade_reboot	80
3.11. Sniffer 相关接口	81
3.11.1. wifi_promiscuous_enable	81
3.11.2. wifi_promiscuous_set_mac	81
3.11.3. wifi_set_promiscuous_rx_cb	81
3.11.4. wifi_get_channel	82
3.11.5. wifi_set_channel	82
3.12. SmartConfig 接口	83
3.12.1. smartconfig_start	83
3.12.2. smartconfig_stop	84
3.12.3. smartconfig_set_type	84
3.12.4. airkiss_version	85
3.12.5. airkiss_lan_recv	85
3.12.6. airkiss_lan_pack	86

3.13. SNTP 接口	87
3.13.1. sntp_setserver	87
3.13.2. sntp_getserver	87
3.13.3. sntp_setservername	87
3.13.4. sntp_getservername	87
3.13.5. sntp_init	87
3.13.6. sntp_stop	88
3.13.7. sntp_get_current_timestamp	88
3.13.8. sntp_get_real_time	88
3.13.9. sntp_set_timezone	88
3.13.10. sntp_get_timezone	89
3.13.11. SNTP 示例	89
3.14. WPA2-Enterprise 接口	90
3.14.1. wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth	90
3.14.2. wifi_station_set_enterprise_cert_key	90
3.14.3. wifi_station_clear_enterprise_cert_key	91
3.14.4. wifi_station_set_enterprise_ca_cert	91
3.14.5. wifi_station_clear_enterprise_ca_cert	91
3.14.6. wifi_station_set_enterprise_username	91
3.14.7. wifi_station_clear_enterprise_username	92
3.14.8. wifi_station_set_enterprise_password	92
3.14.9. wifi_station_clear_enterprise_password	92
3.14.10. wifi_station_set_enterprise_new_password	92
3.14.11. wifi_station_clear_enterprise_new_password	93
3.14.12. wifi_station_set_enterprise_disable_time_check	93
3.14.13. wifi_station_get_enterprise_disable_time_check	93
3.14.14. wpa2_enterprise_set_user_get_time	93
3.14.15. 示例流程	94
4. TCP/UDP 接口	95
4.1. 通用接口	95
4.1.1. espconn_delete	95
4.1.2. espconn_gethostbyname	95
4.1.3. espconn_port	96

4.1.4.	espconn_regist_sentcb.....	96
4.1.5.	espconn_regist_recvcb.....	97
4.1.6.	espconn_sent_callback	97
4.1.7.	espconn_recv_callback	97
4.1.8.	espconn_get_connection_info.....	97
4.1.9.	espconn_send	98
4.1.10.	espconn_sent	99
4.2.	TCP 接口	100
4.2.1.	espconn_accept	100
4.2.2.	espconn_regist_time.....	100
4.2.3.	espconn_connect	100
4.2.4.	espconn_regist_connectcb	101
4.2.5.	espconn_connect_callback	101
4.2.6.	espconn_set_opt	101
4.2.7.	espconn_clear_opt	102
4.2.8.	espconn_set_keepalive	102
4.2.9.	espconn_get_keepalive	103
4.2.10.	espconn_reconnect_callback	103
4.2.11.	espconn_regist_reconcb	104
4.2.12.	espconn_disconnect	104
4.2.13.	espconn_regist_disconcb.....	105
4.2.14.	espconn_abort.....	105
4.2.15.	espconn_regist_write_finish	105
4.2.16.	espconn_tcp_get_max_con.....	106
4.2.17.	espconn_tcp_set_max_con	106
4.2.18.	espconn_tcp_get_max_con_allow	106
4.2.19.	espconn_tcp_set_max_con_allow.....	106
4.2.20.	espconn_recv_hold.....	106
4.2.21.	espconn_recv_unhold.....	107
4.2.22.	espconn_secure_accept.....	107
4.2.23.	espconn_secure_delete.....	107
4.2.24.	espconn_secure_set_size.....	108
4.2.25.	espconn_secure_get_size	108
4.2.26.	espconn_secure_connect.....	109

4.2.27.	espconn_secure_send	109
4.2.28.	espconn_secure_sent	110
4.2.29.	espconn_secure_disconnect	110
4.2.30.	espconn_secure_ca_enable	110
4.2.31.	espconn_secure_ca_disable	111
4.2.32.	espconn_secure_cert_req_enable	111
4.2.33.	espconn_secure_cert_req_disable	111
4.2.34.	espconn_secure_set_default_certificate	112
4.2.35.	espconn_secure_set_default_private_key	112
4.3.	UDP 接口	113
4.3.1.	espconn_create	113
4.3.2.	espconn_sendto	113
4.3.3.	espconn_igmp_join	113
4.3.4.	espconn_igmp_leave	114
4.3.5.	espconn_dns_setserver	114
4.3.6.	espconn_dns_getserver	114
4.4.	mDNS 接口	115
4.4.1.	espconn_mdns_init	115
4.4.2.	espconn_mdns_close	115
4.4.3.	espconn_mdns_server_register	115
4.4.4.	espconn_mdns_server_unregister	116
4.4.5.	espconn_mdns_get_servername	116
4.4.6.	espconn_mdns_set_servername	116
4.4.7.	espconn_mdns_set_hostname	116
4.4.8.	espconn_mdns_get_hostname	116
4.4.9.	espconn_mdns_disable	117
4.4.10.	espconn_mdns_enable	117
4.4.11.	mDNS 示例	117
5.	应用相关接口	118
5.1.	AT 接口	118
5.1.1.	at_response_ok	118
5.1.2.	at_response_error	118
5.1.3.	at_cmd_array_regist	118

5.1.4.	at_get_next_int_dec.....	119
5.1.5.	at_data_str_copy	119
5.1.6.	at_init	119
5.1.7.	at_port_print	120
5.1.8.	at_set_custom_info.....	120
5.1.9.	at_enter_special_state	120
5.1.10.	at_leave_special_state.....	120
5.1.11.	at_get_version	120
5.1.12.	at_register_uart_rx_intr	121
5.1.13.	at_response	121
5.1.14.	at_register_response_func.....	121
5.1.15.	at_fake_uart_enable.....	122
5.1.16.	at_fake_uart_rx	122
5.1.17.	at_set_escape_character.....	122
5.2.	JSON 接口	123
5.2.1.	jsonparse_setup	123
5.2.2.	jsonparse_next	123
5.2.3.	jsonparse_copy_value	123
5.2.4.	jsonparse_get_value_as_int.....	123
5.2.5.	jsonparse_get_value_as_long.....	124
5.2.6.	jsonparse_get_len.....	124
5.2.7.	jsonparse_get_value_as_type.....	124
5.2.8.	jsonparse_strcmp_value.....	124
5.2.9.	jsontree_set_up	124
5.2.10.	jsontree_reset	125
5.2.11.	jsontree_path_name	125
5.2.12.	jsontree_write_int.....	125
5.2.13.	jsontree_write_int_array.....	126
5.2.14.	jsontree_write_string.....	126
5.2.15.	jsontree_print_next	126
5.2.16.	jsontree_find_next	126
6.	参数结构体和宏定义	127
6.1.	定时器	127

6.2.	Wi-Fi 参数.....	127
6.2.1.	Station 参数	127
6.2.2.	SoftAP 参数	127
6.2.3.	Scan 参数	128
6.2.4.	Wi-Fi Event 结构体.....	129
6.2.5.	SmartConfig 结构体.....	131
6.3.	JSON 相关结构体.....	131
6.3.1.	JSON 结构体	131
6.3.2.	JSON 宏定义	132
6.4.	espconn 参数	133
6.4.1.	回调函数	133
6.4.2.	espconn	133
6.5.	中断相关宏定义	134
7.	外设驱动接口.....	136
7.1.	GPIO 接口	136
7.1.1.	PIN 相关宏定义	136
7.1.2.	gpio_output_set	136
7.1.3.	GPIO 输入输出相关宏	137
7.1.4.	GPIO 中断	137
7.1.5.	gpio_pin_intr_state_set.....	137
7.1.6.	GPIO 中断处理函数.....	137
7.2.	UART 接口.....	138
7.2.1.	uart_init	138
7.2.2.	uart0_tx_buffer	138
7.2.3.	uart0_rx_intr_handler	138
7.2.4.	uart_div_modify	139
7.3.	I2C Master 接口	139
7.3.1.	i2c_master_gpio_init.....	139
7.3.2.	i2c_master_init	139
7.3.3.	i2c_master_start	140

7.3.4.	i2c_master_stop	140
7.3.5.	i2c_master_send_ack	140
7.3.6.	i2c_master_send_nack	140
7.3.7.	i2c_master_checkAck.....	140
7.3.8.	i2c_master_readByte	141
7.3.9.	i2c_master_writeByte	141
7.4.	PWM 接口	141
7.4.1.	pwm_init	141
7.4.2.	pwm_start.....	142
7.4.3.	pwm_set_duty	142
7.4.4.	pwm_get_duty	142
7.4.5.	pwm_set_period	142
7.4.6.	pwm_get_period	143
7.4.7.	get_pwm_version.....	143
7.5.	SDIO 接口	143
7.5.1.	sdio_slave_init	143
7.5.2.	sdio_load_data	143
7.5.3.	sdio_register_rcv_cb.....	144
A.	附录	145
A.1.	ESPCONN 编程.....	145
A.1.1.	TCP Client 模式	145
A.1.2.	TCP Server 模式	145
A.1.3.	espsconn Callback	146
A.2.	RTC API 使用示例	146
A.3.	Sniffer 说明.....	148
A.4.	ESP8266 SoftAP 和 Station 信道定义	148
A.5.	ESP8266 启动信息说明	149
A.6.	ESP8266 信令测试使用说明.....	150



1.

前言

ESP8266EX 由乐鑫公司开发，提供了一套高度集成的 Wi-Fi SoC 解决方案，其低功耗、紧凑设计和高稳定性可以满足用户的需求。

ESP8266EX 拥有完整的且自成体系的 Wi-Fi 网络功能，既能够独立应用，也可以作为从机搭载于其他主机 MCU 运行。当 ESP8266EX 独立应用时，能够直接从外接 Flash 中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能，并且优化存储系统。此外 ESP8266EX 只需通过 SPI/SDIO 接口或 I2C/UART 口即可作为 Wi-Fi 适配器，应用到基于任何微控制器的设计中。

ESP8266EX 集成了天线开关、射频 balun、功耗放大器、低噪放大器、过滤器和电源管理模块。这样紧凑的设计仅需极少的外部电路并且将 PCB 的尺寸降到最小。

ESP8266EX 还集成了增强版的 Tensilica's L106 钻石系列 32-bit 内核处理器，带片上 SRAM。ESP8266EX 可以通过 GPIO 外接传感器和其他设备。软件开发包 (SDK) 提供了一些应用的示例代码。

乐鑫智能互联平台 (ESCP-Espressif Systems' Smart Connectivity Platform) 表现出来的领先特征有：睡眠/唤醒模式之间的快速切换以实现节能、配合低功耗操作的自适应射频偏置、前端信号的处理功能、故障排除和射频共存机制可消除蜂窝/蓝牙/DDR/LVDS/LCD 干扰。

基于 ESP8266EX 物联网平台的 SDK 为用户提供了一个简单、快速、高效开发物联网产品的软件平台。本文旨在介绍该 SDK 的基本框架，以及相关的 API 接口。主要的阅读对象为需要在 ESP8266 物联网平台进行软件开发的嵌入式软件开发人员。



2.

Non-OS SDK

2.1. Non-OS SDK 简介

Non-OS SDK 为用户提供了一套应用程序编程接口 (API)，能够实现 ESP8266 的核心功能改，例如数据接收/发送、TCP/IP 功能、硬件接口功能，以及基本的系统管理功能等。用户不必关心底层网络，如 Wi-Fi、TCP/IP 等的具体实现，只需要专注于物联网上层应用的开发，利用相应接口实现各种功能即可。

ESP8266 物联网平台的所有网络功能均在库中实现，对用户不透明。用户应用的初始化功能可以在 `user_main.c` 中实现。

`void user_init(void)` 是上层程序的入口函数，给用户提供一个初始化接口，用户可在该函数内增加硬件初始化、网络参数设置、定时器初始化等功能。

- 对于 **ESP8266_NONOS_SDK_v3.0.0** 及之后版本，请在 `user_main.c` 增加函数 `void ICACHE_FLASH_ATTR user_pre_init(void)`，并且在 `user_pre_init` 中注册自己的 partition table。
- 对于 **ESP8266_NONOS_SDK_v1.5.2** 至 **ESP8266_NONOS_SDK_v2.2.1** 之间的版本，请在 `user_main.c` 增加函数 `void user_rf_pre_init(void)` 和 `uint32 user_rf_cal_sector_set(void)`，可参考 *IOT_Demo* 的 `user_main.c`。用户可在 `user_rf_pre_init` 中配置 RF 初始化，RF 设置接口为 `system_phy_set_rfoption`，或者在 Deep-sleep 前调用 `system_deep_sleep_set_option`。如果设置为 RF 不打开，则 ESP8266 Station 及 SoftAP 均无法使用，请勿调用 Wi-Fi 相关接口及网络功能。RF 关闭时，Wi-Fi 射频功能和网络堆栈管理 API 均无法使用。

对于 **ESP8266_NONOS_SDK_v2.1.0** 及之后版本，用户如果并未使用 DIO-To-QIO flash，可以在 `user_main.c` 中增加空函数 `void user_spi_flash_dio_to_qio_pre_init(void)` 来优化 iRAM 空间。

SDK 中提供了对 JSON 包的处理 API，用户也可以采用自定义数据包格式，自行对数据进行处理。

2.2. 代码结构

Non-OS SDK 适用于用户需要完全控制代码执行顺序的应用程序。由于没有操作系统，non-OS SDK 不支持任务调度，也不支持基于优先级的抢占。

Non-OS SDK 最适合用于事件驱动的应用程序。由于没有操作系统，non-OS SDK 没有单个任务堆栈大小的限制或者执行时隙要求。



而 RTOS SDK 可用于基于任务的模块化编程。要了解有关 RTOS SDK 的更多信息，请参阅 [《ESP8266 SDK 入门指南》](#)。

Non-OS SDK 中的代码结构具有以下特征：

- Non-OS SDK 不像基于 RTOS 的应用程序支持任务调度。Non-OS SDK 使用四种类型的函数：
 - 应用函数
 - 回调函数
 - 用户任务
 - 中断服务程序 (Interrupt Service Routines, ISR)

应用函数类似于嵌入式 C 编程中的常用 C 函数。这些函数必须由另一个函数调用。应用函数在定义时建议添加 `ICACHE_FLASH_ATTR` 宏，相应程序将存放在 flash 中，被调用时才加载到 cache 运行。而如果添加了 `IRAM_ATTR` 宏的函数，则会在上电启动时就加载到 iRAM 中。

回调函数是指不直接从用户程序调用的函数，而是当某系统事件发生时，相应的回调函数由 non-OS SDK 内核调用执行。这使得开发者能够在不使用 RTOS 或者轮询事件的情况下响应实时事件。

要编写回调函数，用户首先需要使用相应的 `register_cb` API 注册回调函数。回调函数的示例包括定时器回调函数和网络事件回调函数。

中断服务程序 (ISR) 是一种特殊类型的回调函数。发生硬件中断时会调用这些函数。当使能中断时，必须注册相应的中断处理函数。请注意，ISR 必须添加 `IRAM_ATTR`。

用户任务可以分为三个优先级：0、1、2。任务优先级为 $2 > 1 > 0$ 。即 Non-OS SDK 最多只支持 3 个用户任务，优先级分别为 0、1、2。

用户任务一般用于函数不能被调用的情况下。要创建用户任务，请参阅本文档中的 `system_os_task()` 的 API 描述。例如，`espconn_disconnect()` API 不能直接在 `espconn` 的回调函数中调用，因此建议开发者可以在 `espconn` 回调中创建用户任务来执行 `espconn_disconnect`。

- 如前所述，non-OS SDK 不支持抢占任务或进程切换。因此开发者需要自行保证程序的正确执行，用户代码不能长期占用 CPU。否则会导致看门狗复位，ESP8266 重启。

如果某些特殊情况下，用户线程必须执行较长时间（比如大于 500 ms），建议经常调用 `system_soft_wdt_feed()` API 来喂软件看门狗，而不建议禁用软件看门狗。



- 请注意，`esp_init_data.bin` 和 `blank.bin` 文件至少需要烧录一次，以用于正确的初始化系统。对于 `ESP8266_NONOS_SDK_v2.2.1` 及之前的版本，应用程序必须在 `user_rf_cal_sector_set` 中设置 RF 校准扇区。

2.3. 定时器 (timer) 和中断

- 对于需要进行轮询的应用，建议使用系统定时器定期检查事件。
 - 如果使用循环 (`while` 或 `for`)，不仅效率低下，而且阻塞 CPU，不建议使用。
 - 如果需要在定时器回调中执行 `os_delay_us` 或 `while` 或 `for`，请勿占用 CPU 超过 15 ms。
- 请勿频繁调用定时器，建议频率不高于每 5 ms 一次（微秒计时器则为 100 μ s）。有关定时器使用的详细信息，请参阅 `os_timer_arm()` 和相关的 API 说明。
- 微秒定时器不是很精确，请在回调中考虑 500 μ s 的抖动。如需实现高精度的定时，可以参考驱动程序 (`driver_lib`) 使用硬件定时器。请注意，PWM API 不能与硬件定时器同时使用。
- 请勿长时间关闭中断。ISR 执行时间也应当尽可能短（即微秒级）。

2.4. 系统性能

- ESP8266 通常的运行速率为 80 MHz，在高性能应用中也可以配置为 160 MHz。请注意，外设不受 CPU 频率设置的影响，因为它们使用了不同的时钟源。
- 设置更高的时钟频率或者禁用睡眠模式，会导致更大的功耗，但能获得更好的性能。应用程序应考虑两者之间的平衡。
- 添加了 `ICACHE_FLASH_ATTR` 的代码通常比使用 `IRAM_ATTR` 标记的代码执行得慢。然而，像大多数嵌入式平台一样，ESP8266 的 iRAM 空间有限，因此建议一般代码添加 `ICACHE_FLASH_ATTR`，仅对执行效率要求高的代码添加 `IRAM_ATTR` 宏。
- Flash 模式和频率直接影响代码执行速度。将 flash 设置为更高的频率和 QIO 模式会产生更好的性能，但会导致更大的功耗。

2.5. 系统存储

- ESP8266 支持高达 128 Mbits 的外部 QSPI flash，用于存储代码和数据。也可以使用辅助存储芯片来存储用户数据。
- ESP8266 没有存储用户代码或数据的非易失性存储。ESP8285 是一款在 ESP8266 的基础上集成了 flash 的芯片。更多详细信息请参考 [ESP8285 技术规格书](#)。



- ESP8266 带有 160 KB 的 RAM，其中 64 KB 为 iRAM，96 KB 为 dRAM。iRAM 进一步分成两块：32 KB iRAM 块运行标有 `IRAM_ATTR` 的代码，另一个 32 KB 块用作 cache，运行标有 `ICACHE_FLASH_ATTR` 的代码。
- 从 ESP8266_NonOS_SDK_V3.0 开始，增加了支持使用 iRAM 作为内存的功能，能够多提供约 17 KB 的内存，对性能可能有一定的影响，请根据实际应用需求设置，并建议做详细测试进行确认。使用方法如下：
 - 在应用中定义 `user_iram_memory_is_enabled` 函数并设置返回值为 1。示例：

```
#define CONFIG_ENABLE_IRAM_MEMORY 1

#ifdef CONFIG_ENABLE_IRAM_MEMORY
uint32 user_iram_memory_is_enabled(void)
{
    return CONFIG_ENABLE_IRAM_MEMORY;
}
#endif
```

- 如上设置后，默认使用 iRAM 作为内存，`os_malloc`、`os_zalloc` 和 `os_calloc` 优先从 iRAM 分配，iRAM 用尽后会继续使用 dRAM 分配；
- 或者直接调用 `os_malloc_iram`、`os_zalloc_iram`、`os_calloc_iram` 指定从 iRAM 分配内存，iRAM 用尽后会继续使用 dRAM 分配；直接调用 `os_malloc_dram`、`os_zalloc_dram`、`os_calloc_dram` 指定从 dRAM 分配内存；
- 如需与旧版本兼容，可使能宏 `MEM_DEFAULT_USE_DRAM`，`os_malloc`、`os_zalloc` 和 `os_calloc` 将从 dRAM 分配，而 `os_malloc_iram`、`os_zalloc_iram`、`os_calloc_iram` 可以指定从 iRAM 分配，iRAM 用尽后会继续使用 dRAM 分配。例如，在 makefile 中添加：

```
CONFIGURATION_DEFINES += -DMEM_DEFAULT_USE_DRAM
```

在 include/mem.h 中的具体定义如下：

```
#ifdef MEM_DEFAULT_USE_DRAM
#define os_malloc os_malloc_dram
#define os_zalloc os_zalloc_dram
#define os_calloc os_calloc_dram
#else
#define os_malloc os_malloc_iram
#define os_zalloc os_zalloc_iram
#define os_calloc os_calloc_iram
#endif
```



- RAM 和 flash 访问必须是 4 字对齐的，请勿直接进行指针转换。请使用 `os_memcpy` 或其他 API 进行内存操作。



3. 应用程序接口 (API)

3.1. 软件定时器

以下软件定时器接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/osapi.h`。请注意，以下接口使用的定时器由软件实现，定时器的函数在任务中被执行。因为任务可能被中断，或者被其他高优先级的任务延迟，因此以下 `os_timer` 系列的接口并不能保证定时器精确执行。

如果需要精确的定时，例如，周期性操作某 GPIO，请使用硬件中断定时器，具体可参考 `hw_timer.c`，硬件定时器的执行函数在中断里被执行。

注意：

- 对于同一个 timer，`os_timer_arm` 或 `os_timer_arm_us` 不能重复调用，必须先 `os_timer_disarm`。
- `os_timer_setfn` 必须在 timer 未使能的情况下调用，在 `os_timer_arm` 或 `os_timer_arm_us` 之前或者 `os_timer_disarm` 之后。

3.1.1. `os_timer_arm`

功能	使能毫秒级定时器
函数定义	<pre>void os_timer_arm (os_timer_t *ptimer, uint32_t milliseconds, bool repeat_flag)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>os_timer_t *ptimer</code>: 定时器结构• <code>uint32_t milliseconds</code>: 定时时间，单位：ms<ul style="list-style-type: none">- 如未调用 <code>system_timer_reinit</code>，可支持范围 5 ~ 0x68D7A3- 如调用了 <code>system_timer_reinit</code>，可支持范围 100 ~ 0x689D0• <code>bool repeat_flag</code>: 定时器是否重复
返回	无

3.1.2. `os_timer_disarm`

功能	取消定时器定时
函数定义	<pre>void os_timer_disarm (os_timer_t *ptimer)</pre>
参数	<code>os_timer_t *ptimer</code> : 定时器结构
返回	无



3.1.3. os_timer_setfn

功能	设置定时器回调函数。使用定时器，必须设置回调函数。
函数定义	<pre>void os_timer_setfn(os_timer_t *ptimer, os_timer_func_t *pfunction, void *parg)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>os_timer_t *ptimer</code>: 定时器结构• <code>os_timer_func_t *pfunction</code>: 定时器回调函数• <code>void *parg</code>: 回调函数的参数
返回	无

3.1.4. system_timer_reinit

功能	重新初始化定时器，当需要使用微秒级定时器时调用
注意	<ul style="list-style-type: none">• 同时定义 <code>USE_US_TIMER</code>• <code>system_timer_reinit</code> 在程序最开始调用，<code>user_init</code> 的第一句。
函数定义	<pre>void system_timer_reinit (void)</pre>
参数	无
返回	无

3.1.5. os_timer_arm_us

功能	使能微秒级定时器。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 请定义 <code>USE_US_TIMER</code>，并在 <code>user_init</code> 起始第一句，先调用 <code>system_timer_reinit</code>。• 最高精度为 500 μs。
函数定义	<pre>void os_timer_arm_us (os_timer_t *ptimer, uint32_t microseconds, bool repeat_flag)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>os_timer_t *ptimer</code>: 定时器结构• <code>uint32_t microseconds</code>: 定时时间，单位：μs，最小定时 0x64，最大可输入 0xFFFFFFFF• <code>bool repeat_flag</code>: 定时器是否重复
返回	无

3.2. 硬件中断定时器

以下硬件中断定时器接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/examples/driver_lib/hw_timer.c`。用户可根据 `driver_lib` 文件夹下的 `readme.txt` 文件使用。



注意:

- 如果使用 NMI 中断源，且为自动填充的定时器，调用 `hw_timer_arm` 时参数 `val` 必须大于 100。
- 如果使用 NMI 中断源，那么该定时器将为最高优先级，可打断其他 ISR。
- 如果使用 FRC1 中断源，那么该定时器无法打断其他 ISR。
- `hw_timer.c` 的接口不能跟 PWM 驱动接口函数同时使用，因为二者共用了同一个硬件定时器。
- 硬件中断定时器的回调函数定义，请勿添加 `ICACHE_FLASH_ATTR` 宏。
- 使用 `hw_timer.c` 的接口，请勿调用 `wifi_set_sleep_type(LIGHT_SLEEP)`；将自动睡眠模式设置为 Light-sleep。因为 Light-sleep 在睡眠期间会停 CPU，停 CPU 期间不能响应 NMI 中断。

3.2.1. hw_timer_init

功能	初始化硬件 ISR 定时器
函数定义	<code>void hw_timer_init (</code> <code>FRC1_TIMER_SOURCE_TYPE source_type,</code> <code>u8 req</code> <code>)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>FRC1_TIMER_SOURCE_TYPE source_type</code>: 定时器的 ISR 源<ul style="list-style-type: none">- <code>FRC1_SOURCE</code>: 使用 FRC1 中断源- <code>NMI_SOURCE</code>: 使用 NMI 中断源• <code>u8 req</code><ul style="list-style-type: none">- 0: 不自动填充;- 1: 自动填充
返回	无

3.2.2. hw_timer_arm

功能	使能硬件中断定时器
函数定义	<code>void hw_timer_arm (uint32 val)</code>
参数	<code>uint32 val</code> : 定时时间 自动填充模式: <ul style="list-style-type: none">- 使用 FRC1 中断源 <code>FRC1_SOURCE</code>，取值范围: 50 ~ 0x199999 μs;- 使用 NMI 中断源 <code>NMI_SOURCE</code>，取值范围: 100 ~ 0x199999 μs; 非自动填充模式，取值范围: 10 ~ 0x199999 μ s
返回	无



3.2.3. hw_timer_set_func

功能	设置定时器回调函数。使用定时器，必须设置回调函数。
注意	回调函数前不能添加 ICACHE_FLASH_ATTR 宏定义，中断响应不能存放在 Flash 中。
函数定义	<code>void hw_timer_set_func (void (* user_hw_timer_cb_set)(void))</code>
参数	<code>void (* user_hw_timer_cb_set)(void)</code> : 定时器回调函数，函数定义时请勿添加 ICACHE_FLASH_ATTR 宏。
返回	无

3.2.4. 硬件定时器示例

```
#define REG_READ(_r)      (*(volatile uint32 *) (_r))
#define WDEV_NOW()      REG_READ(0x3ff20c00)
uint32 tick_now2 = 0;
void hw_test_timer_cb(void)
{
    static uint16 j = 0;
    j++;

    if( (WDEV_NOW() - tick_now2) >= 1000000 )
    {
        static u32 idx = 1;
        tick_now2 = WDEV_NOW();
        os_printf("b%u:%d\n", idx++, j);
        j = 0;
    }
}

void ICACHE_FLASH_ATTR user_init(void)
{
    hw_timer_init(FRC1_SOURCE, 1);
    hw_timer_set_func(hw_test_timer_cb);
    hw_timer_arm(100);
}
```

3.3. 系统接口

系统接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

`os_XXX` 系列接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/osapi.h`。

3.3.1. system_get_sdk_version

功能	查询 SDK 版本信息
函数定义	<code>const char* system_get_sdk_version(void)</code>
参数	无



返回	SDK 版本信息
示例	<code>printf("SDK version: %s \n", system_get_sdk_version());</code>

3.3.2. system_restore

功能	恢复出厂设置。本接口将清除以下接口的设置，恢复默认值： wifi_station_set_auto_connect 、 wifi_set_phy_mode 、 wifi_softap_set_config 相关， wifi_station_set_config 相关， wifi_set_opmode 以及 <code>#define AP_CACHE</code> 记录的 AP 信息。
注意	恢复出厂设置后，请务必重新启动 system_restart ，再正常使用。
函数定义	<code>void system_restore(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.3. system_restart

功能	系统重启
注意	调用本接口后，ESP8266 模块并不会立刻重启，请勿在本接口之后调用其他功能接口。
函数定义	<code>void system_restart(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.4. system_init_done_cb

功能	在 user_init 中调用，注册系统初始化完成的回调函数。
注意	接口 wifi_station_scan 必须在系统初始化完成后，并且 Station 模式使能的情况下调用。
函数定义	<code>void system_init_done_cb(init_done_cb_t cb)</code>
参数	<code>init_done_cb_t cb</code> : 系统初始化完成的回调函数
返回	无
示例	<pre>void to_scan(void) { wifi_station_scan(NULL,scan_done); } void user_init(void) { wifi_set_opmode(STATION_MODE); system_init_done_cb(to_scan); }</pre>

3.3.5. system_get_chip_id

功能	查询芯片 ID
函数定义	<code>uint32 system_get_chip_id (void)</code>
参数	无



返回	芯片 ID
----	-------

3.3.6. system_get_vdd33

功能	测量 VDD3P3 管脚 3 和 4 的电压值，单位：1/1024V
注意	<ul style="list-style-type: none">• <code>system_get_vdd33</code> 必须在 TOUT 管脚悬空的情况下使用。• TOUT 管脚悬空的情况下，<code>esp_init_data_default.bin</code> (0 ~ 127 byte) 中的第 107 byte 为 <code>vdd33_const</code>，必须设为 0xFF，即 255。• 不同 Wi-Fi 模式下，例如，Modem-sleep 模式或者普通 Wi-Fi 工作模式时，VDD33 的测量值会稍有差异。
函数定义	<code>uint16 system_get_vdd33(void)</code>
参数	无
返回	VDD33 电压值。单位：1/1024V

3.3.7. system_adc_read

功能	测量 TOUT 管脚 6 的输入电压，单位：1/1024V
注意	<ul style="list-style-type: none">• <code>system_adc_read</code> 必须在 TOUT 管脚接外部电路情况下使用，TOUT 管脚输入电压范围限定为 0 ~ 1.0V。• TOUT 管脚接外部电路的情况下，<code>esp_init_data_default.bin</code> (0 ~ 127 byte) 中的第 107 byte <code>vdd33_const</code>，必须设为 VDD3P3 管脚 3 和 4 上真实的电源电压，且必须小于 0xFF。• 第 107 byte <code>vdd33_const</code> 的单位是 0.1V，有效取值范围是 [18, 36]；当 <code>vdd33_const</code> 处于无效范围 [0, 18) 或者 (36, 255) 时，使用默认值 3.3V 来优化 RF 电路工作状态。• 不同 Wi-Fi 模式下，例如，Modem-sleep 模式或者普通 Wi-Fi 工作模式时，ADC 的测量值会稍有差异。• 若需要高精度的 ADC，请使用 <code>system_adc_read_fast</code> 接口。
函数定义	<code>uint16 system_adc_read(void)</code>
参数	无
返回	TOUT 管脚 6 的输入电压，单位：1/1024V



3.3.8. system_adc_read_fast

功能	快速高精度的 ADC 采样。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口必须在关闭 Wi-Fi 的状态下使用。如需进行连续测量 ADC，则还需要在关闭所有中断的状态下使用。因此，调用 <code>system_adc_read_fast</code> 时，不能使用 PWM 或者 NMI 类型的硬件定时器。本接口必须在 TOUT 管脚接外部电路情况下使用，TOUT 管脚输入电压范围限定为 0 ~ 1.0V。TOUT 管脚接外部电路作为 ADC 输入时，<code>esp_init_data_default.bin</code> (0 ~ 127 byte) 中的 [107] byte <code>vdd33_const</code> 必须小于 0xFF。[107] byte <code>vdd33_const</code> 的具体用法如下：<ul style="list-style-type: none">[107] byte = 0xFF 时，内部测量 VDD33，TOUT 管脚不能作为外部 ADC 输入；[107] byte 有效取值范围是 [18, 36] 时，单位是 0.1V，设置为实际的 VDD33 电源电压，优化 RF 电路工作状态，TOUT 管脚可以作为外部 ADC 输入；[107] byte 有效取值范围是 [0, 18) 或者 (36, 255) 时，使用默认值 3.3V 作为电源电压来优化 RF 电路工作状态，TOUT 管脚可以作为外部 ADC 输入。
函数定义	<code>void system_adc_read_fast(uint16 *adc_addr, uint16 adc_num, uint8 adc_clk_div)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint16 *adc_addr</code>: ADC 连续采样输出的地址指针。<code>uint16 adc_num</code>: ADC 连续采样的点数，输入范围 [1, 65535]。<code>uint8 adc_clk_div</code>: ADC 工作时钟 = 80M/adc_clk_div，输入范围 [8, 32]，推荐值为 8。
返回	无



示例

```
extern void system_adc_read_fast(uint16 *adc_addr, uint16 adc_num, uint8
adc_clk_div);

os_timer_t timer;

void ICACHE_FLASH_ATTR ADC_TEST(void *p)
{
    wifi_set_opmode(NULL_MODE);
    ets_intr_lock();        //close interrupt

    uint16 adc_addr[10];
    uint16 adc_num = 10;
    uint8 adc_clk_div = 8;
    uint32 i;
    system_adc_read_fast(adc_addr, adc_num, adc_clk_div);

    for(i=0; i<adc_num; i++)
        os_printf("i=%d, adc_v=%d\n", i, adc_addr[i]);

    ets_intr_unlock();      //open interrupt

    os_timer_disarm(&timer);
    os_timer_setfn(&timer, ADC_TEST, NULL);
    os_timer_arm(&timer,1000,1);
}
```

3.3.9. system_deep_sleep

功能	设置芯片进入 Deep-sleep 模式，休眠设定时间后自动唤醒，唤醒后程序从 <code>user_init</code> 重新运行。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 硬件需要将 XPD_DCDC 通过 0Ω 电阻连接到 EXT_RSTB，用作 Deep-sleep 唤醒。• <code>system_deep_sleep(0)</code> 未设置唤醒定时器，可通过外部 GPIO 拉低 RST 脚唤醒。• 本接口设置后，芯片并不会立刻进入 Deep-sleep，而是等待 Wi-Fi 底层功能安全关闭后，才进入 Deep-sleep 休眠。
函数定义	<code>bool system_deep_sleep(uint64 time_in_us)</code>
参数	<p><code>uint64 time_in_us</code>: 休眠时间，单位: μs</p> <ul style="list-style-type: none">• 参数 <code>time_in_us</code> 的理论最大值可由公式 $(\text{time_in_us}/\text{cali})\ll 12 = 2^{31}-1$ 计算。<ul style="list-style-type: none">- 其中 <code>cali = system_rtc_clock_calib_proc()</code>，表示 RTC 的时钟周期，bit11 ~ bit0 为小数部分，受温度或电源电压变化而偏移，并不精确，详细可参考 <code>system_rtc_clock_calib_proc</code> 函数说明。• 由于计算并不精确，设置时传入的 <code>time_in_us</code> 值需小于理论最大值。
返回	True, 设置成功 False, 设置失败



3.3.10. system_deep_sleep_set_option

功能	设置下一次 Deep-sleep 唤醒后的行为，如需调用此 API，必须在 <code>system_deep_sleep</code> 之前调用。默认 <code>option</code> 为 1。
函数定义	<code>bool system_deep_sleep_set_option(uint8 option)</code>
参数	<p><code>uint8 option</code>: 设置下一次 Deep-sleep 唤醒后的行为。</p> <ul style="list-style-type: none">0: 由 <code>esp_init_data_default.bin</code> (0~127 byte) 的 byte 108 和 Deep-sleep 的次数 (<code>deep_sleep_number</code>, 上电时初始化为 0) 共同控制 Deep-sleep 唤醒后的行为，以每 (byte 108 + 1) 次 Deep-sleep 唤醒为周期循环。<ul style="list-style-type: none">若 <code>deep_sleep_number</code> <= byte 108, 则 Deep-sleep 唤醒后不进行任何 <code>RF_CAL</code>, 初始电流较小;若 <code>deep_sleep_number</code> = byte 108 + 1, 则 Deep-sleep 唤醒后的行为与上电的行为一致, 且将 <code>deep_sleep_number</code> 归零;1: Deep-sleep 唤醒后的行为与上电的行为一致;2: Deep-sleep 唤醒后不进行 <code>RF_CAL</code>, 初始电流较小;4: Deep-sleep 唤醒后不打开 RF, 与 Modem-sleep 行为一致, 这样电流最小, 但是设备唤醒后无法发送和接收数据。
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.3.11. system_phy_set_rfoption

功能	设置此次 ESP8266 Deep-sleep 醒来，是否打开 RF。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口只允许在 <code>user_rf_pre_init</code> 中调用。本接口与 <code>system_deep_sleep_set_option</code> 功能相似，<code>system_deep_sleep_set_option</code> 在 Deep-sleep 前调用，本接口在 Deep-sleep 醒来初始化时调用，以本接口设置为准。调用本接口前，要求至少调用过一次 <code>system_deep_sleep_set_option</code>。
函数定义	<code>void system_phy_set_rfoption(uint8 option)</code>



参数	<p>uint8 option: 设置下一次 Deep-sleep 唤醒后的行为。</p> <ul style="list-style-type: none">0: 由 <code>esp_init_data_default.bin</code> (0~127 byte) 的 byte 108 和 Deep-sleep 的次数 (<code>deep_sleep_number</code>, 上电时初始化为 0) 共同控制 Deep-sleep 唤醒后的行为, 以每 (byte 108 + 1) 次 Deep-sleep 唤醒为周期循环。<ul style="list-style-type: none">若 <code>deep_sleep_number</code> <= byte 108, 则 Deep-sleep 唤醒后不进行任何 <code>RF_CAL</code>, 初始电流较小;若 <code>deep_sleep_number</code> = byte 108 + 1, 则 Deep-sleep 唤醒后的行为与上电的行为一致, 且将 <code>deep_sleep_number</code> 归零;1: Deep-sleep 唤醒后的行为与上电的行为一致;2: Deep-sleep 唤醒后不进行 <code>RF_CAL</code>, 初始电流较小;4: Deep-sleep 唤醒后不打开 RF, 与 Modem-sleep 行为一致, 这样电流最小, 但是设备唤醒后无法发送和接收数据。
返回	无

3.3.12. system_phy_set_powerup_option

功能	设置上电时 RF 初始化的行为, 默认为 option 0。
函数定义	<code>void system_phy_set_powerup_option(uint8 option)</code>
参数	<p>uint8 option: power up 时, RF 初始化的行为</p> <ul style="list-style-type: none">0: 由 <code>esp_init_data_default.bin</code> (0 ~ 127 byte) byte 114 控制 RF 初始化行为, 详细可参考 ESP8266 SDK 入门指南。1: RF 初始化仅做 VDD33 和 TX power CAL, 耗时约 18 ms, 初始电流较小。2: RF 初始化仅做 VDD33 校准, 耗时约 2 ms, 初始电流最小。3: RF 初始化进行全部 RF CAL, 耗时约 200 ms, 初始电流较大。
返回	无

3.3.13. system_phy_set_max_tpw

功能	设置 RF TX Power 最大值, 单位: 0.25 dBm
函数定义	<code>void system_phy_set_max_tpw(uint8 max_tpw)</code>
参数	<p>uint8 max_tpw: RF Tx Power 的最大值, 可参考 <code>esp_init_data_default.bin</code> (0 ~ 127 byte) 的第 34 byte <code>target_power_qdb_0</code> 设置, 单位: 0.25 dBm, 参数范围 [0, 82]</p>
返回	无

3.3.14. system_phy_set_tpw_via_vdd33

功能	根据改变的 VDD33 电压值, 重新调整 RF TX Power, 单位: 1/1024V
注意	<ul style="list-style-type: none">在 TOUT 管脚悬空的情况下, VDD33 电压值可通过 <code>system_get_vdd33</code> 测量获得。在 TOUT 管脚接外部电路情况下, 不可使用 <code>system_get_vdd33</code> 测量 VDD33 电压值。



函数定义	<code>void system_phy_set_tpw_via_vdd33(uint16 vdd33)</code>
参数	<code>uint16 vdd33</code> : 重新测量的 VDD33 值, 单位: 1/1024V, 有效值范围: [1900, 3300]
返回	无

3.3.15. system_set_os_print

功能	开关打印 log 功能
函数定义	<code>void system_set_os_print (uint8 onoff)</code>
参数	<code>uint8 onoff</code> <ul style="list-style-type: none">0: 打印功能关;1: 打印功能开
默认值	打印功能开
返回	无

3.3.16. system_print_meminfo

功能	打印系统内存空间分配, 打印信息包括 data/rodata/bss/heap
函数定义	<code>void system_print_meminfo (void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.17. system_get_free_heap_size

功能	查询系统剩余可用 heap 区空间大小
函数定义	<code>uint32 system_get_free_heap_size(void)</code>
参数	无
返回	<code>uint32</code> : 可用 heap 空间大小

3.3.18. system_os_task

功能	创建系统任务, 最多支持创建 3 个任务, 优先级分别为 0/1/2
函数定义	<pre>bool system_os_task(os_task_t task, uint8 prio, os_event_t *queue, uint8 qlen)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>os_task_t task</code>: 任务函数<code>uint8 prio</code>: 任务优先级, 可为 0/1/2; 0 为最低优先级。这表示最多只支持建立 3 个任务<code>os_event_t *queue</code>: 消息队列指针<code>uint8 qlen</code>: 消息队列深度



返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>#define SIG_RX 0 #define TEST_QUEUE_LEN 4 os_event_t *testQueue; void test_task (os_event_t *e) { switch (e->sig) { case SIG_RX: os_printf(sig_rx %c/n, (char)e->par); break; default: break; } } void task_init(void) { testQueue=(os_event_t *)os_malloc(sizeof(os_event_t)*TEST_QUEUE_LEN); system_os_task(test_task,USER_TASK_PRI0_0,testQueue,TEST_QUEUE_LEN); }</pre>

3.3.19. system_os_post

功能	向任务发送消息
函数定义	<pre>bool system_os_post (uint8 prio, os_signal_t sig, os_param_t par)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 prio</code>: 任务优先级, 与建立时的任务优先级对应。• <code>os_signal_t sig</code>: 消息类型• <code>os_param_t par</code>: 消息参数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
结合上一节的示例	<pre>void task_post(void) { system_os_post(USER_TASK_PRI0_0, SIG_RX, 'a'); }</pre>
打印输出	<code>sig_rx a</code>

3.3.20. system_get_time

功能	查询系统时间, 单位: μ s
函数定义	<code>uint32 system_get_time(void)</code>
参数	无
返回	系统时间, 单位: μ s。



3.3.21. system_get_rtc_time

功能	查询 RTC 时间，单位：RTC 时钟周期
示例	例如 <code>system_get_rtc_time</code> 返回 10（表示 10 个 RTC 周期）， <code>system_rtc_clock_cali_proc</code> 返回 5.75（表示 1 个 RTC 周期为 5.75 μ s），则实际时间为 $10 \times 5.75 = 57.5 \mu$ s。
注意	<code>system_restart</code> 时，系统时间归零，但是 RTC 时间仍然继续。但是如果外部硬件通过 EXT_RST 脚或者 CHIP_EN 脚，将芯片复位后（包括 Deep-sleep 定时唤醒的情况），RTC 时钟会复位。具体如下： <ul style="list-style-type: none">• 外部复位 EXT_RST：RTC memory 不变，RTC timer 寄存器从零计数• 看门狗复位：RTC memory 不变，RTC timer 寄存器不变• <code>system_restart</code>：RTC memory 不变，RTC timer 寄存器不变• 电源上电：RTC memory 随机值，RTC timer 寄存器从零计数• CHIP_EN 复位：RTC memory 随机值，RTC timer 寄存器从零计数
函数定义	<code>uint32 system_get_rtc_time(void)</code>
参数	无
返回	RTC 时间

3.3.22. system_rtc_clock_cali_proc

功能	查询 RTC 时钟周期
注意	<ul style="list-style-type: none">• RTC 时钟周期含有小数部分。• RTC 时钟周期会随温度或电源电压变化发生偏移，因此 RTC 时钟适用于在精度可接受的范围内进行计时，建议最多每分钟调用一次即可。
函数定义	<code>uint32 system_rtc_clock_cali_proc(void)</code>
参数	无
返回	RTC 时钟周期，单位： μ s，bit11 ~ bit0 为小数部分
示例	<code>os_printf("clk cal : %d \r\n", system_rtc_clock_cali_proc()>>12);</code> 详细 RTC 示例请见附录。

3.3.23. system_rtc_mem_write

功能	由于 Deep-sleep 时，仅 RTC 仍在工作，用户如有需要，可将数据存入 RTC memory 中。提供如下图中的 user data 段共 512 bytes 供用户存储数据。 <div><div> <-----system data-----> <-----user data-----> </div><div> 256 bytes 512 bytes </div></div>
注意	RTC memory 只能 4 字节整存整取，函数中参数 <code>des_addr</code> 为 block number，每 block 4 字节，因此若写入上图 user data 区起始位置， <code>des_addr</code> 为 $256/4 = 64$ ， <code>save_size</code> 为存入数据的字节数。



函数定义	<pre>bool system_rtc_mem_write (uint32 des_addr, void * src_addr, uint32 save_size)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• uint32 des_addr: 写入 rtc memory 的位置, $\text{des_addr} \geq 64$• void * src_addr: 数据指针• uint32 save_size: 数据长度, 单位: 字节
返回	true : 成功 false : 失败

3.3.24. system_rtc_mem_read

功能	读取 RTC memory 中的数据, 提供如下图中 user data 段共 512 bytes 给用户存储数据。 <pre> <-----system data-----> <-----user data-----> 256 bytes 512 bytes </pre>
注意	RTC memory 只能 4 字节整存整取, 函数中参数 des_addr 为 block number, 每 block 4 字节, 因此若写入上图 user data 区起始位置, des_addr 为 $256/4 = 64$, save_size 为存入数据的字节数。
函数定义	<pre>bool system_rtc_mem_read (uint32 src_addr, void * des_addr, uint32 save_size)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• uint32 des_addr: 写入 rtc memory 的位置, $\text{des_addr} \geq 64$• void * src_addr: 数据指针• uint32 save_size: 数据长度, 单位: 字节
返回	true : 成功 false : 失败

3.3.25. system_uart_swap

功能	UART0 转换。将 MTCK 作为 UART0 RX, MTDO 作为 UART0 TX。硬件上也从 MTDO (U0RTS) 和 MTCK (U0CTS) 连出 UART0, 从而避免上电时从 UART0 打印出 ROM log。
函数定义	<pre>void system_uart_swap (void)</pre>
参数	无
返回	无

3.3.26. system_uart_de_swap

功能	取消 UART0 转换, 仍然使用原有 UART0, 而不是将 MTCK、MTDO 作为 UART0。
函数定义	<pre>void system_uart_de_swap (void)</pre>



参数	无
返回	无

3.3.27. system_get_boot_version

功能	读取 boot 版本信息
函数定义	<code>uint8 system_get_boot_version (void)</code>
参数	无
返回	boot 版本信息
注意	如果 boot 版本号 ≥ 3 时，支持 boot 增强模式，详见 system_restart_enhance 。

3.3.28. system_get_userbin_addr

功能	读取当前正在运行的 user bin (<i>user1.bin</i> 或者 <i>user2.bin</i>) 的存放地址。
函数定义	<code>uint32 system_get_userbin_addr (void)</code>
参数	无
返回	正在运行的 user bin 的存放地址

3.3.29. system_get_boot_mode

功能	查询 boot 模式
函数定义	<code>uint8 system_get_boot_mode (void)</code>
参数	无
返回	<code>#define SYS_BOOT_ENHANCE_MODE 0</code> <code>#define SYS_BOOT_NORMAL_MODE 1</code>
注意	boot 增强模式：支持跳转到任意位置运行程序； boot 普通模式：仅能跳转到固定的 <i>user1.bin</i> （或 <i>user2.bin</i> ）位置运行。

3.3.30. system_restart_enhance

功能	重启系统，进入 boot 增强模式。
函数定义	<code>bool system_restart_enhance(uint8 bin_type, uint32 bin_addr)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 bin_type</code>: bin 类型<ul style="list-style-type: none"><code>#define SYS_BOOT_NORMAL_BIN 0</code> // <i>user1.bin</i> 或者 <i>user2.bin</i><code>#define SYS_BOOT_TEST_BIN 1</code> // 向乐鑫申请的 test bin<code>uint32 bin_addr</code>: bin 的起始地址
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



注意	<code>SYS_BOOT_TEST_BIN</code> 用于量产测试，用户可以向乐鑫申请获得。
----	--

3.3.31. system_update_cpu_req

功能	设置 CPU 频率。默认为 80 MHz
注意	系统总线时钟频率始终为 80 MHz，不受 CPU 频率切换的影响。UART、SPI 等外设频率由系统总线时钟分频而来，因此也不受 CPU 频率切换的影响。
函数定义	<code>bool system_update_cpu_freq(uint8 freq)</code>
参数	<code>uint8 freq</code> : CPU 频率 <code>#define SYS_CPU_80MHz 80</code> <code>#define SYS_CPU_160MHz 160</code>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.3.32. system_get_cpu_freq

功能	查询 CPU 频率
函数定义	<code>uint8 system_get_cpu_freq(void)</code>
参数	无
返回	CPU 频率，单位：MHz

3.3.33. system_get_flash_size_map

功能	查询当前的 Flash size 和 Flash map Flash map 对应编译时的选项，详细介绍请参考 ESP8266 SDK 入门指南 。
结构体	<pre>enum flash_size_map { FLASH_SIZE_4M_MAP_256_256 = 0, FLASH_SIZE_2M, FLASH_SIZE_8M_MAP_512_512, FLASH_SIZE_16M_MAP_512_512, FLASH_SIZE_32M_MAP_512_512, FLASH_SIZE_16M_MAP_1024_1024, FLASH_SIZE_32M_MAP_1024_1024, FLASH_SIZE_64M_MAP_1024_1024, FLASH_SIZE_128M_MAP_1024_1024, };</pre>
函数定义	<code>enum flash_size_map system_get_flash_size_map(void)</code>
参数	无
返回	flash map



3.3.34. system_get_rst_info

功能	查询当前启动的信息
结构体	<pre>enum rst_reason { REANSON_DEFAULT_RST = 0, // normal startup by power on REANSON_WDT_RST = 1, // hardware watch dog reset // exception reset, GPIO status won' t change REANSON_EXCEPTION_RST = 2, // software watch dog reset, GPIO status won' t change REANSON_SOFT_WDT_RST = 3, // software restart ,system_restart , GPIO status won' t change REANSON_SOFT_RESTART = 4, REANSON_DEEP_SLEEP_AWAKE = 5, // wake up from deep-sleep REANSON_EXT_SYS_RST = 6, // external system reset }; struct rst_info { uint32 reason; // enum rst_reason uint32 exccause; uint32 epc1; // the address that error occurred uint32 epc2; uint32 epc3; uint32 excvaddr; uint32 depc; };</pre>
函数定义	<code>struct rst_info* system_get_rst_info(void)</code>
参数	无
返回	启动的信息

3.3.35. system_soft_wdt_stop

功能	关闭软件看门狗
注意	请勿将软件看门狗关闭太长时间（小于 5s），否则将触发硬件看门狗复位
函数定义	<code>void system_soft_wdt_stop(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.36. system_soft_wdt_restart

功能	重启软件看门狗
注意	仅支持在软件看门狗关闭 <code>system_soft_wdt_stop</code> 的情况下，调用本接口



函数定义	<code>void system_soft_wdt_restart(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.37. system_soft_wdt_feed

功能	喂软件看门狗
注意	仅支持在软件看门狗开启的情况下，调用本接口
函数定义	<code>void system_soft_wdt_feed(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.38. system_show_malloc

功能	打印目前所分配的堆空间所有内存块，包括分配该内存块的文件名、行号和分配大小。在怀疑有内存泄露时，可以调用本接口查看当前内存状态。
注意	<ul style="list-style-type: none">在 <code>user_config.h</code> 定义 <code>#define MEMLEAK_DEBUG</code>。参考 <code>ESP8266_NONOS_SDK\included\mem.h</code> 开始位置的注释使用。泄露的内存一般在打印结果中，但打印结果中的内存不保证一定是泄露的内存。本接口仅用于调试，无法确保使用本接口后，程序能继续正常执行，因此请勿在正常运行情况下，调用本接口。
函数定义	<code>void system_show_malloc(void)</code>
参数	无
返回	无

3.3.39. os_memset

功能	封装 C 语言函数，在一段内存块中填充某个给定值。
函数定义	<code>os_memset(void *s, int ch, size_t n)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>void *s</code>: 内存块指针<code>int ch</code>: 填充值<code>size_t n</code>: 填充大小
返回	无
示例	<pre>uint8 buffer[32]; os_memset(buffer, 0, sizeof(buffer));</pre>



3.3.40. os_memcpy

功能	封装 C 语言函数，内存拷贝。
函数定义	<code>os_memcpy(void *des, void *src, size_t n)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>void *des</code>: 目标内存块指针<code>void *src</code>: 源内存块指针<code>size_t n</code>: 拷贝内存大小
返回	无
示例	<pre>uint8 buffer[4] = {0}; os_memcpy(buffer, "abcd", 4);</pre>

3.3.41. os_strlen

功能	封装 C 语言函数，计算字符串长度。
函数定义	<code>os_strlen(char *s)</code>
参数	<code>char *s</code> : 字符串
返回	字符串长度
示例	<pre>char *ssid = "ESP8266"; os_memcpy(softAP_config.ssid, ssid, os_strlen(ssid));</pre>

3.3.42. os_printf

功能	格式化输出，打印字符串。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口默认从 UART 0 打印。IOT_Demo 中的 <code>uart_init</code> 可以设置波特率，将 <code>os_printf</code> 改为从 UART 1 打印: <code>os_install_putc1((void *)uart1_write_char);</code>请勿调用本接口打印超过 125 字节的数据，或者频繁连续调用本接口打印，否则可能会丢失部分待打印数据。
函数定义	<code>void os_printf(const char *s)</code>
参数	<code>const char *s</code> : 字符串
返回	无
示例	<pre>os_printf("SDK version: %s \n", system_get_sdk_version());</pre>

3.3.43. os_bzero

功能	置字符串 p 的前 n 个字节为零且包含 <code>\0</code>
函数定义	<code>void os_bzero(void *p, size_t n)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>void *p</code>: 要置零的数据的起始地址<code>size_t n</code>: 要置零的数据字节数



返回	无
----	---

3.3.44. os_delay_us

功能	延时函数。最大值 65535 μ s
函数定义	<code>void os_delay_us(uint16 us)</code>
参数	<code>uint16 us</code> : 延时时间
返回	无

3.3.45. os_install_putc1

功能	注册打印接口函数
函数定义	<code>void os_install_putc1(void(*p)(char c))</code>
参数	<code>void(*p)(char c)</code> : 打印接口函数指针
返回	无
示例	参考 <code>UART.c</code> , <code>uart_init</code> 中的 <code>os_install_putc1((void *)uart1_write_char)</code> 将 <code>os_printf</code> 改为从 UART 1 打印。否则, <code>os_printf</code> 默认从 UART 0 打印。

3.3.46. os_random

功能	获取随机数
函数定义	<code>unsigned long os_random(void)</code>
参数	无
返回	随机数

3.3.47. os_get_random

功能	获取指定长度的随机数
函数定义	<code>int os_get_random(unsigned char *buf, size_t len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>unsigned char *buf</code>: 获得的随机数<code>size_t len</code>: 随机数的字节长度
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>int ret = os_get_random((unsigned char *)temp, 7); os_printf("ret %d, value 0x%08x%08x\n\r", ret, temp[1], temp[0]);</pre>

3.3.48. user_rf_cal_sector_set

功能	用户自定义 <code>RF_CAL</code> 参数存放在 Flash 的扇区号
----	--



注意	<ul style="list-style-type: none">• 用户必须在程序中实现此函数，否则编译链接时会报错。但用户程序无需调用此函数，SDK 底层会调用它，将 RF_CAL 参数保存在用户指定的 Flash 扇区里，这将占用用户参数区的一个扇区。• SDK 预留的 4 个扇区的系统参数区已经使用，因此 RF_CAL 参数需要占用到用户参数区的空间，由用户通过此函数设置一个可用扇区供 SDK 底层使用。• 建议整个系统需要初始化时，或需要重新进行 RF_CAL 时，烧录 <i>blank.bin</i> 初始化 RF_CAL 参数区，并烧录 <i>esp_init_data.bin</i>。注意，<i>esp_init_data.bin</i> 至少需要烧录一次。
函数定义	<code>uint32 user_rf_cal_sector_set(void)</code>
参数	无
返回	存储 RF_CAL 参数的 Flash 扇区号
示例	<p>将 RF 参数设置存放在 Flash 倒数第 5 个扇区</p> <pre>uint32 user_rf_cal_sector_set(void) { enum flash_size_map size_map = system_get_flash_size_map(); uint32 rf_cal_sec = 0; switch (size_map) { case FLASH_SIZE_4M_MAP_256_256: rf_cal_sec = 128 - 5; break; case FLASH_SIZE_8M_MAP_512_512: rf_cal_sec = 256 - 5; break; case FLASH_SIZE_16M_MAP_512_512: case FLASH_SIZE_16M_MAP_1024_1024: rf_cal_sec = 512 - 5; break; case FLASH_SIZE_32M_MAP_512_512: case FLASH_SIZE_32M_MAP_1024_1024: rf_cal_sec = 512 - 5; break; case FLASH_SIZE_64M_MAP_1024_1024: rf_cal_sec = 2048 - 5; break; case FLASH_SIZE_128M_MAP_1024_1024: rf_cal_sec = 4096 - 5; break; default: rf_cal_sec = 0; break; } return rf_cal_sec; }</pre>



3.3.49. system_deep_sleep_instant

功能	设置芯片立刻进入 Deep-sleep 模式，休眠设定时间后自动唤醒，唤醒后程序从 user_init 重新运行。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 硬件需要将 XPD_DCDC 通过 0Ω 电阻连接到 EXT_RSTB，用作 Deep-sleep 唤醒。• system_deep_sleep_instant(0) 未设置唤醒定时器，可通过外部 GPIO 拉低 RST 脚唤醒。• 本接口设置后，芯片立刻进入 Deep-sleep 休眠，不会等待 Wi-Fi 底层功能安全关闭。如需等待 Wi-Fi 安全关闭，可使用接口 system_deep_sleep。
函数定义	bool system_deep_sleep_instant(uint64 time_in_us)
参数	<p>uint64 time_in_us: 休眠时间，单位：μs</p> <ul style="list-style-type: none">• 参数 time_in_us 的理论最大值可由公式 $(\text{time_in_us}/\text{cali}) \ll 12 = 2^{32} - 1$ 计算。<ul style="list-style-type: none">- 其中 cali = system_rtc_clock_calib_proc()，表示 RTC 的时钟周期，bit11 ~ bit0 为小数部分，受温度或电源电压变化而偏移，并不精确，详细可参考 system_rtc_clock_calib_proc 函数说明。• 由于计算并不精确，设置时传入的 time_in_us 值需小于理论最大值。
返回	True，设置成功 False，设置失败

3.3.50. system_partition_table_regist

功能	注册 partition table。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 本接口必须在 user_pre_init 中调用注册，如果注册失败，请检查 partition table 的定义。• 示例可参考 ESP8266_NONOS_SDK/examples/IoT_Demo/user/user_main.c。
函数定义	bool system_partition_table_regist(const partition_item_t* partition_table, uint32_t partition_num, uint32_t map)
参数	<p>const partition_item_t* partition_table: 分区表</p> <p>uint32_t partition_num: 分区数目</p> <p>uint32_t map: flash map；必须与编译烧录时选择的 flash map 一致，否则将会启动异常；建议直接传入宏 SPI_FLASH_SIZE_MAP，它是系统在编译时记录的 flash map 值。</p>
返回	True，partition table 注册成功 False，partition table 注册失败

3.3.51. system_partition_get_ota_partition_size

功能	查询 ota partition 的大小。
----	-----------------------



注意	ota partition 是用于存放 user1.bin 或者 user2.bin 的 flash 分区。
函数定义	<code>uint32_t system_partition_get_ota_partition_size(void)</code>
参数	-
返回	ota partition 的大小

3.3.52. system_partition_get_item

功能	查询指定类型的 partition 信息。
函数定义	<code>bool system_partition_get_item(partition_type_t type, partition_item_t* partition_item)</code>
参数	<code>partition_type_t type</code> : 分区类型 <code>partition_item_t* partition_item</code> : 查询到的分区信息
返回	True, 查询成功 False, 查询失败

3.4. SPI Flash 接口

SPI Flash 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/spi_flash.h`。

`system_param_xxx` 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

3.4.1. spi_flash_get_id

功能	查询 SPI Flash 的 ID
函数定义	<code>uint32 spi_flash_get_id (void)</code>
参数	无
返回	<code>spi flash id</code>

3.4.2. spi_flash_erase_sector

功能	擦除 Flash 扇区
函数定义	<code>SpiFlashOpResult spi_flash_erase_sector (uint16 sec)</code>
参数	<code>uint16 sec</code> : 扇区号, 从扇区 0 开始计数, 每扇区 4 KB
返回	<pre>typedef enum{ SPI_FLASH_RESULT_OK, SPI_FLASH_RESULT_ERR, SPI_FLASH_RESULT_TIMEOUT } SpiFlashOpResult;</pre>

3.4.3. spi_flash_write

功能	写入数据到 Flash。Flash 读写必须 4 字节对齐。
----	--------------------------------



函数定义	<pre>SpiFlashOpResult spi_flash_write (uint32 des_addr, uint32 *src_addr, uint32 size)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint32 des_addr</code>: 写入 Flash 目的地址• <code>uint32 *src_addr</code>: 写入数据的指针• <code>uint32 size</code>: 数据长度, 单位 byte, 必须 4 字节对齐进行读写
返回	<pre>typedef enum{ SPI_FLASH_RESULT_OK, SPI_FLASH_RESULT_ERR, SPI_FLASH_RESULT_TIMEOUT } SpiFlashOpResult;</pre>

3.4.4. spi_flash_read

功能	从 Flash 读取数据。Flash 读写必须 4 字节对齐。
函数定义	<pre>SpiFlashOpResult spi_flash_read(uint32 src_addr, uint32 * des_addr, uint32 size)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint32 des_addr</code>: 写入 Flash 目的地址• <code>uint32 *des_addr</code>: 存放读取到数据的指针• <code>uint32 size</code>: 数据长度, 单位 byte, 必须 4 字节对齐进行读写
返回	<pre>typedef enum { SPI_FLASH_RESULT_OK, SPI_FLASH_RESULT_ERR, SPI_FLASH_RESULT_TIMEOUT } SpiFlashOpResult;</pre>
示例	<pre>uint32 value; uint8 *addr = (uint8 *)&value; spi_flash_read(0x3E * SPI_FLASH_SEC_SIZE, (uint32 *)addr, 4); os_printf("0x3E sec:%02x%02x%02x%02x\r\n", addr[0], addr[1], addr[2], addr[3]);</pre>

3.4.5. system_param_save_with_protect

功能	使用带读写保护机制的方式, 写入数据到 Flash。Flash 读写必须 4 字节对齐。 Flash 读写保护机制: 使用 3 个 sector (4 KB 每 sector) 保存 1 个 sector 的数据, sector 0 和 sector 1 互相为备份, 交替保存数据, sector 2 作为 flag sector, 指示最新的数据保存在 sector 0 还是 sector 1。
----	---



函数定义	<pre>bool system_param_save_with_protect (uint16 start_sec, void *param, uint16 len)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• uint16 start_sec: 读写保护机制使用的 3 个 sector 的起始 sector 0 值。 例如, IOT_Demo 中可使用 0x3D000 开始的 3 个 sector (3×4 KB) 建立读写保护机制, 则参数 start_sec 传 0x3D。• void *param: 写入数据的指针• uint16 len: 数据长度, 不能超过 1 个 sector 大小, 即 4×1024
返回	true : 成功 false : 失败

3.4.6. system_param_load

功能	使用带读写保护机制的方式, 写入数据到 Flash。Flash 读写必须 4 字节对齐。 Flash 读写保护机制: 使用 3 个 sector (4 KB 每 sector) 保存 1 个 sector 的数据, sector 0 和 sector 1 互相为备份, 交替保存数据, sector 2 作为 flag sector, 指示最新的数据保存在 sector 0 还是 sector 1。
函数定义	<pre>bool system_param_load (uint16 start_sec, uint16 offset, void *param, uint16 len)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• uint16 start_sec: 读写保护机制使用的 3 个 sector 的起始 sector 0 值。 例如, IOT_Demo 中可使用 0x3D000 开始的 3 个 sector (3×4 KB) 建立读写保护机制, 则参数 start_sec 传 0x3D, 请勿传入 0x3E 或者 0x3F。• uint16 offset: 需读取数据, 在 sector 中的偏移地址• void *param: 读取数据的指针• uint16 len: 数据长度, 不能超过 1 个 sector 大小, 即 $offset + len \leq 4 \times 1024$
返回	true : 成功 false : 失败

3.4.7. spi_flash_set_read_func

功能	注册用户自定义的 SPI Flash 读取接口函数
注意	仅支持在 SPI overlap 模式下使用, 请用户参考 <i>ESP8266_NONOS_SDK\driver_lib\driver\spi_overlap.c</i>
函数定义	<pre>void spi_flash_set_read_func (user_spi_flash_read read)</pre>



参数	<pre>typedef SpiFlashOpResult (*user_spi_flash_read)(SpiFlashChip *spi, uint32 src_addr, uint32 * des_addr, uint32 size)</pre>
返回	无

3.4.8. spi_flash_erase_protect_enable

功能	使能 flash 擦写保护。使能后，将保护 flash 不会误操作擦写了正在运行的应用程序。
函数定义	<code>bool spi_flash_erase_protect_enable(void)</code>
参数	无
返回	True: 设置成功 False: 设置失败

3.4.9. spi_flash_erase_protect_disable

功能	关闭 flash 擦写保护功能。
函数定义	<code>bool spi_flash_erase_protect_disable(void)</code>
参数	无
返回	True: 设置成功 False: 设置失败



3.5. Wi-Fi 接口

Wi-Fi 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

`wifi_station_XXX` 系列接口以及 ESP8266 Station 相关的设置、查询接口，请在 ESP8266 Station 使能的情况下调用；

`wifi_softap_XXX` 系列接口以及 ESP8266 SoftAP 相关的设置、查询接口，请在 ESP8266 SoftAP 使能的情况下调用。

ESP8266 station 支持的认证类型有：OPEN，WEP，WPAPSK，WPA2PSK；支持的加密方式有：AUTO，TKIP，AES，WEP。

ESP8266 softAP 支持的认证类型有：OPEN，WPAPSK，WPA2PSK；支持的加密方式有：AUTO，TKIP，AES；但 group key 加密方式，只支持 TKIP，不支持 AES。

后文的“Flash 系统参数区”位于 Flash 的最后 16 KB。

3.5.1. wifi_get_opmode

功能	查询 Wi-Fi 当前工作模式
函数定义	<code>uint8 wifi_get_opmode (void)</code>
参数	无
返回	Wi-Fi 工作模式： <ul style="list-style-type: none">• <code>0x01</code>: Station 模式• <code>0x02</code>: SoftAP 模式• <code>0x03</code>: Station+SoftAP 模式

3.5.2. wifi_get_opmode_default

功能	查询保存在 Flash 中的 Wi-Fi 工作模式设置
函数定义	<code>uint8 wifi_get_opmode_default (void)</code>
参数	无
返回	Wi-Fi 工作模式： <ul style="list-style-type: none">• <code>0x01</code>: Station 模式• <code>0x02</code>: SoftAP 模式• <code>0x03</code>: Station+SoftAP 模式

3.5.3. wifi_set_opmode

功能	设置 Wi-Fi 工作模式（Station，SoftAP 或者 Station+SoftAP），并保存到 Flash。 默认为 SoftAP 模式
----	--



注意	<ul style="list-style-type: none">ESP8266_NONOS_SDK_V0.9.2 以及之前版本，设置之后需要调用 <code>system_restart()</code> 重启生效；ESP8266_NONOS_SDK_V0.9.2 之后的版本，不需要重启，即时生效。本设置如果与原设置不同，会更新保存到 Flash 系统参数区。
函数定义	<code>bool wifi_set_opmode (uint8 opmode)</code>
参数	<code>uint8 opmode</code> : Wi-Fi 工作模式 <ul style="list-style-type: none"><code>0x01</code>: Station 模式<code>0x02</code>: SoftAP 模式<code>0x03</code>: Station+SoftAP 模式
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.4. `wifi_set_opmode_current`

功能	设置 Wi-Fi 工作模式 (Station, SoftAP 或者 Station + SoftAP) , 不保存到 Flash。
函数定义	<code>bool wifi_set_opmode_current (uint8 opmode)</code>
参数	<code>uint8 opmode</code> : Wi-Fi 工作模式 <ul style="list-style-type: none"><code>0x01</code>: Station 模式<code>0x02</code>: SoftAP 模式<code>0x03</code>: Station+SoftAP 模式
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.5. `wifi_station_get_config`

功能	查询 Wi-Fi Station 接口的当前配置参数。
函数定义	<code>bool wifi_station_get_config (struct station_config *config)</code>
参数	<code>struct station_config *config</code> : Wi-Fi Station 接口参数指针
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.6. `wifi_station_get_config_default`

功能	查询 Wi-Fi Station 接口保存在 Flash 中的配置参数。
函数定义	<code>bool wifi_station_get_config_default (struct station_config *config)</code>
参数	<code>struct station_config *config</code> : Wi-Fi Station 接口参数指针
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



3.5.7. wifi_station_set_config

功能	设置 Wi-Fi Station 接口的配置参数，并保存到 Flash
注意	<ul style="list-style-type: none">请在 ESP8266 Station 使能的情况下，调用本接口。如果 <code>wifi_station_set_config</code> 在 <code>user_init</code> 中调用，则 ESP8266 Station 接口会在系统初始化完成后，自动连接 AP（路由），无需再调用 <code>wifi_station_connect</code>否则，需要调用 <code>wifi_station_connect</code> 连接 AP（路由）。<code>station_config.bssid_set</code> 一般设置为 0，仅当需要检查 AP 的 MAC 地址时（多用于有重名 AP 的情况下）设置为 1。本设置如果与原设置不同，会更新保存到 Flash 系统参数区。
函数定义	<code>bool wifi_station_set_config (struct station_config *config)</code>
参数	<code>struct station_config *config</code> : Wi-Fi Station 接口配置参数指针
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>void ICACHE_FLASH_ATTR user_set_station_config(void) { char ssid[32] = SSID; char password[64] = PASSWORD; struct station_config stationConf; stationConf.bssid_set = 0; //need not check MAC address of AP os_memcpy(&stationConf.ssid, ssid, 32); os_memcpy(&stationConf.password, password, 64); wifi_station_set_config(&stationConf); } void user_init(void) { wifi_set_opmode(STATIONAP_MODE); //Set softAP + station mode user_set_station_config(); }</pre>

3.5.8. wifi_station_set_config_current

功能	设置 Wi-Fi Station 接口的配置参数，不保存到 Flash
----	-------------------------------------



注意	<ul style="list-style-type: none">请在 ESP8266 Station 使能的情况下，调用本接口。如果 <code>wifi_station_set_config</code> 在 <code>user_init</code> 中调用，则 ESP8266 Station 接口会在系统初始化完成后，自动连接 AP（路由），无需再调用 <code>wifi_station_connect</code>否则，需要调用 <code>wifi_station_connect</code> 连接 AP（路由）。<code>station_config.bssid_set</code> 一般设置为 0，仅当需要检查 AP 的 MAC 地址时（多用于有重名 AP 的情况下）设置为 1。本设置如果与原设置不同，会更新保存到 Flash 系统参数区。
函数定义	<code>bool wifi_station_set_config_current (struct station_config *config)</code>
参数	<code>struct station_config *config</code> : Wi-Fi Station 接口配置参数指针
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.9. wifi_station_set_cert_key

功能	不建议使用本接口，请使用 <code>wifi_station_set_enterprise_cert_key</code> 代替。 设置 ESP8266 Wi-Fi Station 接口连接 WPA2-ENTERPRISE AP 使用的证书。
注意	<ul style="list-style-type: none">支持 WPA2-ENTERPRISE AP 需占用 26 KB 以上的内存，调用本接口时请注意内存是否足够。目前 WPA2-ENTERPRISE 只支持非加密的私钥文件和证书文件，且仅支持 PEM 格式<ul style="list-style-type: none">支持的证书文件头信息为：----- BEGIN CERTIFICATE -----支持的私钥文件头信息为：----- BEGIN RSA PRIVATE KEY ----- 或者 ----- BEGIN PRIVATE KEY -----请在连接 WPA2-ENTERPRISE AP 之前调用本接口设置私钥文件和证书文件，在成功连接 AP 后先调用 <code>wifi_station_clear_cert_key</code> 清除内部状态，应用层再释放私钥文件和证书文件信息。如果遇到加密的私钥文件，请使用 <code>openssl pkey</code> 命令改为非加密文件使用，或者使用 <code>openssl rsa</code> 等命令，对某些私钥文件进行加密-非加密的转换（或起始 TAG 转化）。
函数定义	<pre>bool wifi_station_set_cert_key (uint8 *client_cert, int client_cert_len, uint8 *private_key, int private_key_len, uint8 *private_key_passwd, int private_key_passwd_len,)</pre>
参数	<code>uint8 *client_cert</code> : 十六进制数组的证书指针 <code>int client_cert_len</code> : 证书长度 <code>uint8 *private_key</code> : 十六进制数组的私钥指针，暂不支持超过 2048 的私钥 <code>int private_key_len</code> : 私钥长度，请勿超过 2048 <code>uint8 *private_key_passwd</code> : 私钥的提取密码，目前暂不支持，请传入 NULL <code>int private_key_passwd_len</code> : 提取密码的长度，目前暂不支持，请传入 0



返回	0: 成功 非 0: 失败
示例	假设私钥文件的信息为 ----- BEGIN PRIVATE KEY ----- 那么对应的数组为: uint8 key[]={0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x42, 0x45, 0x47, 0x00 }; 即各字符的 ASCII 码, 请注意, 数组必须添加 0x00 作为结尾。

3.5.10. wifi_station_clear_cert_key

功能	不建议使用本接口, 请使用 wifi_station_clear_enterprise_cert_key 代替。 释放连接 WPA2-ENTERPRISE AP 使用证书占用的资源, 并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_cert_key (void)</code>
参数	无
返回	无

3.5.11. wifi_station_set_username

功能	不建议使用本接口, 请使用 wifi_station_set_enterprise_username 代替。 设置连接 WPA2-ENTERPRISE AP 时, ESP8266 Station 的用户名。
函数定义	<code>int wifi_station_set_username (uint8 *username, int len)</code>
参数	<code>uint8 *username</code> : 用户名称 <code>int len</code> : 名称长度
返回	0: 成功 其他: 失败

3.5.12. wifi_station_clear_username

功能	不建议使用本接口, 请使用 wifi_station_clear_enterprise_username 代替。 释放连接 WPA2-ENTERPRISE AP 设置用户名占用的资源, 并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_username (void)</code>
参数	无
返回	无

3.5.13. wifi_station_connect

功能	ESP8266 Wi-Fi Station 接口连接 AP
注意	请勿在 <code>user_init</code> 中调用本接口, 请在 ESP8266 Station 使能并初始化完成后调用; 如果 ESP8266 已经连接某个 AP, 请先调用 wifi_station_disconnect 断开上一次连接。
函数定义	<code>bool wifi_station_connect (void)</code>
参数	无



返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
----	---

3.5.14. `wifi_station_disconnect`

功能	ESP8266 Wi-Fi Station 接口从 AP 断开连接
注意	请勿在 <code>user_init</code> 中调用本接口，本接口必须在系统初始化完成后，并且 ESP8266 Station 接口使能的情况下调用。
函数定义	<code>bool wifi_station_disconnect (void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.15. `wifi_station_get_connect_status`

功能	查询 ESP8266 Wi-Fi Station 接口连接 AP 的状态。
注意	若为特殊应用场景：调用 <code>wifi_station_set_reconnect_policy</code> 关闭重连功能，且未调用 <code>wifi_set_event_handler_cb</code> 注册 Wi-Fi 事件回调，则本接口失效，无法准确获得连接状态。
函数定义	<code>uint8 wifi_station_get_connect_status (void)</code>
参数	无
返回	<pre>enum{ STATION_IDLE = 0, STATION_CONNECTING, STATION_WRONG_PASSWORD, STATION_NO_AP_FOUND, STATION_CONNECT_FAIL, STATION_GOT_IP };</pre>

3.5.16. `wifi_station_scan`

功能	获取 AP 的信息
注意	请勿在 <code>user_init</code> 中调用本接口，本接口必须在系统初始化完成后，并且 ESP8266 Station 接口使能的情况下调用。
函数定义	<code>bool wifi_station_scan (struct scan_config *config, scan_done_cb_t cb);</code>
结构体	<pre>struct scan_config { uint8 *ssid; // AP' s ssid uint8 *bssid; // AP' s bssid uint8 channel; //scan a specific channel uint8 show_hidden; //scan APs of which ssid is hidden. wifi_scan_type_t scan_type; // scan type, active or passive wifi_scan_time_t scan_time; // scan time per channel };</pre>



参数	<ul style="list-style-type: none"><code>struct scan_config *config</code>: 扫描 AP 的配置参数<ul style="list-style-type: none">若 <code>config==null</code>: 扫描获取所有可用 AP 的信息若 <code>config.ssid==null && config.bssid==null && config.channel!=null</code>: ESP8266 Station 接口扫描获取特定信道上的 AP 信息。若 <code>config.ssid!=null && config.bssid==null && config.channel==null</code>: ESP8266 Station 接口扫描获取所有信道上的某特定名称 AP 的信息。<code>scan_done_cb_t cb</code>: 扫描完成的 callback
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.17. scan_done_cb_t

功能	<code>wifi_station_scan</code> 的回调函数
注意	请勿在 <code>user_init</code> 中调用本接口，本接口必须在系统初始化完成后，并且 ESP8266 Station 接口使能的情况下调用。
函数定义	<code>void scan_done_cb_t (void *arg, STATUS status)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>void *arg</code>: 扫描获取到的 AP 信息指针，以链表形式存储，数据结构 <code>struct bss_info</code><code>STATUS status</code>: 扫描结果
返回	无
示例	<pre>wifi_station_scan(&config, scan_done); static void ICACHE_FLASH_ATTR scan_done(void *arg, STATUS status) { if (status == OK) { struct bss_info *bss_link = (struct bss_info *)arg; ... } }</pre>

3.5.18. wifi_station_ap_number_set

功能	设置 ESP8266 Station 最多可记录几个 AP 的信息。 ESP8266 Station 成功连入一个 AP 时，可以保存 AP 的 SSID 和 password 记录。 本设置如果与原设置不同，会更新保存到 Flash 系统参数区。
函数定义	<code>bool wifi_station_ap_number_set (uint8 ap_number)</code>
参数	<code>uint8 ap_number</code> : 记录 AP 信息的最大数目（最大值为 5）
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.19. wifi_station_get_ap_info

功能	获取 ESP8266 Station 保存的 AP 信息，最多记录 5 个。
函数定义	<code>uint8 wifi_station_get_ap_info(struct station_config config[])</code>
参数	<code>struct station_config config[]</code> : AP 的信息，数组大小必须为 5



返回	记录 AP 的数目
示例	<pre>struct station_config config[5]; int i = wifi_station_get_ap_info(config);</pre>

3.5.20. wifi_station_ap_change

功能	ESP8266 Station 切换到已记录的某号 AP 配置连接
函数定义	<code>bool wifi_station_ap_change (uint8 new_ap_id)</code>
参数	<code>uint8 new_ap_id</code> : AP 记录的 ID 值, 从 0 开始计数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.21. wifi_station_get_current_ap_id

功能	获取当前连接的 AP 保存记录 ID 值。ESP8266 可记录每一个配置连接的 AP, 从 0 开始计数。
函数定义	<code>uint8 wifi_station_get_current_ap_id ();</code>
参数	无
返回	当前连接的 AP 保存记录的 ID 值。

3.5.22. wifi_station_get_auto_connect

功能	查询 ESP8266 Station 上电是否会自动连接已记录的 AP (路由) 。
函数定义	<code>uint8 wifi_station_get_auto_connect(void)</code>
参数	无
返回	<code>0</code> : 不自动连接 AP 非 <code>0</code> : 自动连接 AP。

3.5.23. wifi_station_set_auto_connect

功能	设置 ESP8266 Station 上电是否自动连接已记录的 AP (路由) , 默认为自动连接。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口如果在 <code>user_init</code> 中调用, 则当前这次上电就生效; 如果在其他地方调用, 则下一次上电生效。本设置如果与原设置不同, 会更新保存到 Flash 系统参数区。
函数定义	<code>bool wifi_station_set_auto_connect(uint8 set)</code>
参数	<code>uint8 set</code> : 上电是否自动连接 AP <ul style="list-style-type: none"><code>0</code>: 不自动连接 AP<code>1</code>: 自动连接 AP
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



3.5.24. wifi_station_dhcpc_start

功能	开启 ESP8266 Station DHCP client
注意	<ul style="list-style-type: none">DHCP 默认开启。DHCP 与静态 IP 功能 wifi_set_ip_info 互相影响，以最后设置的为准： DHCP 开启，则静态 IP 失效；设置静态 IP，则关闭 DHCP。
函数定义	<code>bool wifi_station_dhcpc_start(void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.25. wifi_station_dhcpc_stop

功能	关闭 ESP8266 Station DHCP client
注意	<ul style="list-style-type: none">DHCP 默认开启。DHCP 与静态 IP 功能 wifi_set_ip_info 互相影响： DHCP 开启，则静态 IP 失效；设置静态 IP，则 DHCP 关闭。
函数定义	<code>bool wifi_station_dhcpc_stop(void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.26. wifi_station_dhcpc_status

功能	查询 ESP8266 Station DHCP client 状态
函数定义	<code>enum dhcp_status wifi_station_dhcpc_status(void)</code>
参数	无
返回	<pre>enum dhcp_status { DHCP_STOPPED, DHCP_STARTED };</pre>

3.5.27. wifi_station_dhcpc_set_maxtry

功能	设置 ESP8266 Station DHCP client 最大重连次数。默认会一直重连。
函数定义	<code>bool wifi_station_dhcpc_set_maxtry(uint8 num)</code>
参数	<code>uint8 num</code> : 最大重连次数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



3.5.28. wifi_station_set_reconnect_policy

功能	设置 ESP8266 Station 连接 AP 失败或断开后是否重连。默认重连。
注意	建议在 <code>user_init</code> 中调用本接口
函数定义	<code>bool wifi_station_set_reconnect_policy(bool set)</code>
参数	<code>bool set</code> <ul style="list-style-type: none"><code>true</code>: 断开则重连<code>false</code>: 断开不重连
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.29. wifi_station_get_rssi

功能	关闭 ESP8266 Station 已连接的 AP 信号强度
函数定义	<code>sint8 wifi_station_get_rssi(void)</code>
参数	无
返回	<10: 查询成功, 返回信号强度 31: 查询失败, 返回错误码

3.5.30. wifi_station_set_hostname

功能	设置 ESP8266 Station DHCP 分配的主机名称。
函数定义	<code>bool wifi_station_set_hostname(char* hostname)</code>
参数	<code>char* hostname</code> : 主机名称, 最长 32 个字符。
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.31. wifi_station_get_hostname

功能	查询 ESP8266 Station DHCP 分配的主机名称
函数定义	<code>char* wifi_station_get_hostname(void)</code>
参数	无
返回	主机名称

3.5.32. wifi_softap_get_config

功能	查询 ESP8266 Wi-Fi SoftAP 接口的当前配置
函数定义	<code>bool wifi_softap_get_config(struct softap_config *config)</code>



参数	<code>struct softap_config *config</code> : ESP8266 SoftAP 配置参数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.33. wifi_softap_get_config_default

功能	查询 ESP8266 Wi-Fi SoftAP 接口保存在 Flash 中的配置
函数定义	<code>bool wifi_softap_get_config_default(struct softap_config *config)</code>
参数	<code>struct softap_config *config</code> : ESP8266 SoftAP 配置参数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.34. wifi_softap_set_config

功能	设置 Wi-Fi SoftAP 接口配置，并保存到 Flash
注意	<ul style="list-style-type: none">请在 ESP8266 SoftAP 使能的情况下，调用本接口。本设置如果与原设置不同，将更新保存到 Flash 系统参数区。因为 ESP8266 只有一个信道，因此 SoftAP+Station 共存模式时，ESP8266 SoftAP 接口会自动调节信道与 ESP8266 Station 一致，详细说明请参考附录。
函数定义	<code>bool wifi_softap_set_config (struct softap_config *config)</code>
参数	<code>struct softap_config *config</code> : ESP8266 Wi-Fi SoftAP 配置参数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.35. wifi_softap_set_config_current

功能	设置 Wi-Fi SoftAP 接口配置，不保存到 Flash
注意	<ul style="list-style-type: none">请在 ESP8266 SoftAP 使能的情况下，调用本接口。因为 ESP8266 只有一个信道，因此 SoftAP+Station 共存模式时，ESP8266 SoftAP 接口会自动调节信道与 ESP8266 Station 一致，详细说明请参考附录。
函数定义	<code>bool wifi_softap_set_config_current (struct softap_config *config)</code>
参数	<code>struct softap_config *config</code> : ESP8266 Wi-Fi SoftAP 配置参数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.36. wifi_softap_get_station_num

功能	获取 ESP8266 SoftAP 下连接的 Station 个数
----	-----------------------------------



函数定义	<code>uint8 wifi_softap_get_station_num(void)</code>
参数	无
返回	ESP8266 SoftAP 下连接的 Station 个数

3.5.37. wifi_softap_get_station_info

功能	获取 ESP8266 SoftAP 接口下连入的 Station 的信息，包括 MAC 和 IP
注意	本接口基于 DHCP 实现，因此不支持静态 IP 或者其他没有重新 DHCP 的情况。
函数定义	<code>struct station_info * wifi_softap_get_station_info(void)</code>
参数	无
返回	<code>struct station_info*</code> : Station 信息的结构体

3.5.38. wifi_softap_free_station_info

功能	释放调用 <code>wifi_softap_get_station_info</code> 时结构体 <code>station_info</code> 占用的空间
函数定义	<code>void wifi_softap_free_station_info(void)</code>
参数	无
返回	无
示例	获取 MAC 和 IP 信息示例，注意释放资源：
示例 1	<pre>struct station_info * station = wifi_softap_get_station_info(); struct station_info * next_station; while(station) { os_printf(bssid : MACSTR, ip : IPSTR/n, MAC2STR(station->bssid), IP2STR(&station->ip)); next_station = STAILQ_NEXT(station, next); os_free(station); // Free it directly station = next_station; }</pre>
示例 2	<pre>struct station_info * station = wifi_softap_get_station_info(); while(station){ os_printf(bssid : MACSTR, ip : IPSTR/n, MAC2STR(station->bssid), IP2STR(&station->ip)); station = STAILQ_NEXT(station, next); } wifi_softap_free_station_info(); // Free it by calling functions</pre>

3.5.39. wifi_softap_dhcps_start

功能	开启 ESP8266 SoftAP DHCP server
注意	<ul style="list-style-type: none">DHCP 默认开启。DHCP 与静态 IP 功能 <code>wifi_set_ip_info</code> 互相影响，以最后设置的为准： DHCP 开启，则静态 IP 失效；设置静态 IP，则关闭 DHCP。
函数定义	<code>bool wifi_softap_dhcps_start(void)</code>



参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.40. `wifi_softap_dhcps_stop`

功能	关闭 ESP8266 SoftAP DHCP server。默认开启 DHCP。
函数定义	<code>bool wifi_softap_dhcps_stop(void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.41. `wifi_softap_set_dhcps_lease`

功能	设置 ESP8266 SoftAP DHCP server 分配 IP 地址的范围
注意	<ul style="list-style-type: none">• 设置的 IP 分配范围必须与 ESP8266 SoftAP IP 在同一网段。• 本接口必须在 ESP8266 SoftAP DHCP server 关闭 <code>wifi_softap_dhcps_stop</code> 的情况下设置。• 本设置仅对下一次使能的 DHCP server 生效 <code>wifi_softap_dhcps_start</code>，如果 DHCP server 再次被关闭，则需要重新调用本接口设置 IP 范围；否则之后 DHCP server 重新使能，会使用默认的 IP 地址分配范围。
函数定义	<code>bool wifi_softap_set_dhcps_lease(struct dhcps_lease *p_lease)</code>
参数	<pre>struct dhcps_lease { struct ip_addr start_ip; struct ip_addr end_ip; };</pre>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



示例	<pre>void dhcpd_lease_test(void) { struct dhcpd_lease dhcpd_lease; const char* start_ip = "192.168.5.100"; const char* end_ip = "192.168.5.105"; dhcpd_lease.start_ip.addr = ipaddr_addr(start_ip); dhcpd_lease.end_ip.addr = ipaddr_addr(end_ip); wifi_softap_set_dhcpd_lease(&dhcpd_lease); }</pre>
	<p>或者</p> <pre>void dhcpd_lease_test(void) { struct dhcpd_lease dhcpd_lease; IP4_ADDR(&dhcpd_lease.start_ip, 192, 168, 5, 100); IP4_ADDR(&dhcpd_lease.end_ip, 192, 168, 5, 105); wifi_softap_set_dhcpd_lease(&dhcpd_lease); } void user_init(void) { struct ip_info info; wifi_set_opmode(STATIONAP_MODE); //Set softAP + station mode wifi_softap_dhcpd_stop(); IP4_ADDR(&info.ip, 192, 168, 5, 1); IP4_ADDR(&info.gw, 192, 168, 5, 1); IP4_ADDR(&info.netmask, 255, 255, 255, 0); wifi_set_ip_info(SOFTAP_IF, &info); dhcpd_lease_test(); wifi_softap_dhcpd_start(); }</pre>

3.5.42. wifi_softap_get_dhcpd_lease

功能	查询 ESP8266 SoftAP DHCP server 分配 IP 地址的范围
注意	本接口仅支持在 ESP8266 SoftAP DHCP server 使能的情况下查询。
函数定义	<code>bool wifi_softap_get_dhcpd_lease(struct dhcpd_lease *please)</code>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.43. wifi_softap_set_dhcpd_lease_time

功能	设置 ESP8266 SoftAP DHCP server 的租约时间。默认为 120 分钟。
注意	本接口仅支持在 ESP8266 SoftAP DHCP server 使能的情况下查询。
函数定义	<code>bool wifi_softap_set_dhcpd_lease_time(uint32 minute)</code>



参数	<code>uint32 minute</code> : 租约时间, 单位: 分钟, 取值范围: [1, 2880]
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.44. `wifi_softap_get_dhcps_lease_time`

功能	查询 ESP8266 SoftAP DHCP server 的租约时间。
注意	本接口仅支持在 ESP8266 SoftAP DHCP server 使能的情况下查询。
函数定义	<code>uint32 wifi_softap_get_dhcps_lease_time(void)</code>
返回	租约时间, 单位: 分钟

3.5.45. `wifi_softap_reset_dhcps_lease_time`

功能	复位 ESP8266 SoftAP DHCP server 的租约时间。恢复到 120 分钟。
注意	本接口仅支持在 ESP8266 SoftAP DHCP server 使能的情况下查询。
函数定义	<code>bool wifi_softap_reset_dhcps_lease_time(void)</code>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.46. `wifi_softap_dhcps_status`

功能	获取 ESP8266 SoftAP DHCP server 状态
函数定义	<code>enum dhcp_status wifi_softap_dhcps_status(void)</code>
参数	无
返回	<pre>enum dhcp_status { DHCP_STOPPED, DHCP_STARTED };</pre>

3.5.47. `wifi_softap_set_dhcps_offer_option`

功能	设置 ESP8266 SoftAP DHCP server 属性
结构体	<pre>enum dhcps_offer_option{ OFFER_START = 0x00, OFFER_ROUTER = 0x01, OFFER_END };</pre>
函数定义	<code>bool wifi_softap_set_dhcps_offer_option(uint8 level, void* optarg)</code>



参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 level</code>: OFFER_ROUTER, 设置 router 信息<code>void* optarg</code>: bit0, 0 禁用 router 信息; bit0, 1 启用 router 信息; 默认为 1
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>uint8 mode = 0; wifi_softap_set_dhcpsoffer_option(OFFER_ROUTER, &mode);</pre>

3.5.48. wifi_set_phy_mode

功能	设置 ESP8266 物理层模式 (802.11 b/g/n)
函数定义	<code>bool wifi_set_phy_mode(enum phy_mode mode)</code>
参数	<code>enum phy_mode mode</code> : 物理层模式 <pre>enum phy_mode { PHY_MODE_11B = 1, PHY_MODE_11G = 2, PHY_MODE_11N = 3 };</pre>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.49. wifi_get_phy_mode

功能	查询 ESP8266 物理层模式 (802.11 b/g/n)
函数定义	<code>enum phy_mode wifi_get_phy_mode(void)</code>
参数	无
返回	<pre>enum phy_mode{ PHY_MODE_11B = 1, PHY_MODE_11G = 2, PHY_MODE_11N = 3 };</pre>

3.5.50. wifi_get_ip_info

功能	查询 Wi-Fi Station 接口或者 SoftAP 接口的 IP 地址
注意	在 <code>user_init</code> 中, 由于初始化尚未完成, 无法通过本接口查询到有效 IP 地址。
函数定义	<pre>bool wifi_get_ip_info(uint8 if_index, struct ip_info *info)</pre>
参数	<code>uint8 if_index</code> : 获取 Station 或者 SoftAP 接口的信息 <pre>#define STATION_IF 0x00 #define SOFTAP_IF 0x01</pre> <code>struct ip_info *info</code> : 获取到的 IP 信息



返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
----	---

3.5.51. `wifi_set_ip_info`

功能	设置 Wi-Fi Station 或者 SoftAP 的 IP 地址
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口设置静态 IP，请先关闭对应 DHCP 功能 <code>wifi_station_dhcpc_stop</code> 或者 <code>wifi_softap_dhcps_stop</code>设置静态 IP，则关闭 DHCP；DHCP 开启，则静态 IP 失效。
函数定义	<pre>bool wifi_set_ip_info(uint8 if_index, struct ip_info *info)</pre>
参数	<code>uint8 if_index</code> : 设置 Station 或者 SoftAP 接口 <code>#define STATION_IF 0x00</code> <code>#define SOFTAP_IF 0x01</code> <code>struct ip_info *info</code> : 获取到的 IP 信息
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>wifi_set_opmode(STATIONAP_MODE); //Set softAP + station mode struct ip_info info; wifi_station_dhcpc_stop(); wifi_softap_dhcps_stop(); IP4_ADDR(&info.ip, 192, 168, 3, 200); IP4_ADDR(&info.gw, 192, 168, 3, 1); IP4_ADDR(&info.netmask, 255, 255, 255, 0); wifi_set_ip_info(STATION_IF, &info); IP4_ADDR(&info.ip, 10, 10, 10, 1); IP4_ADDR(&info.gw, 10, 10, 10, 1); IP4_ADDR(&info.netmask, 255, 255, 255, 0); wifi_set_ip_info(SOFTAP_IF, &info); wifi_softap_dhcps_start();</pre>

3.5.52. `wifi_set_macaddr`

功能	设置 MAC 地址
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口必须在 <code>user_init</code> 中调用ESP8266 SoftAP 和 Station MAC 地址不同，请勿将两者设置为同一 MAC 地址ESP8266 MAC 地址第一个字节的 bit 0 不能为 1。例如，MAC 地址可以设置为 <code>1a:XX:XX:XX:XX:XX</code>，但不能设置为 <code>15:XX:XX:XX:XX:XX</code>。
函数定义	<pre>bool wifi_set_macaddr(uint8 if_index, uint8 *macaddr)</pre>



参数	<code>uint8 if_index</code> : 设置 Station 或者 SoftAP 接口 <code>#define STATION_IF 0x00</code> <code>#define SOFTAP_IF 0x01</code> <code>uint8 *macaddr</code> : MAC 地址
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>wifi_set_opmode(STATIONAP_MODE); char sofap_mac[6] = {0x16, 0x34, 0x56, 0x78, 0x90, 0xab}; char sta_mac[6] = {0x12, 0x34, 0x56, 0x78, 0x90, 0xab}; wifi_set_macaddr(SOFTAP_IF, sofap_mac); wifi_set_macaddr(STATION_IF, sta_mac);</pre>

3.5.53. wifi_get_macaddr

功能	查询 MAC 地址
函数定义	<pre>bool wifi_get_macaddr(uint8 if_index, uint8 *macaddr)</pre>
参数	<code>uint8 if_index</code> : 查询 Station 或者 SoftAP 接口 <code>#define STATION_IF 0x00</code> <code>#define SOFTAP_IF 0x01</code> <code>uint8 *macaddr</code> : MAC 地址
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.54. wifi_set_sleep_type

功能	设置省电模式。设置为 <code>NONE_SLEEP_T</code> , 则关闭省电模式。
注意	<ul style="list-style-type: none">默认为 Modem-sleep 模式。Light Sleep 为了降低功耗, 将 TCP timer tick 由原本的 250ms 改为了 3s, 这将导致 TCP timer 超时时间相应增加; 如果用户对 TCP timer 的准确度有要求, 请使用 modem sleep 或者 deep sleep 模式。
函数定义	<pre>bool wifi_set_sleep_type(enum sleep_type type)</pre>
参数	<code>enum sleep_type type</code> : 省电模式
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.55. wifi_get_sleep_type

功能	查询省电模式。
函数定义	<pre>enum sleep_type wifi_get_sleep_type(void)</pre>



参数	无
返回	<pre>enum sleep_type { NONE_SLEEP_T = 0; LIGHT_SLEEP_T, MODEM_SLEEP_T };</pre>

3.5.56. wifi_status_led_install

功能	注册 Wi-Fi 状态 LED。
函数定义	<pre>void wifi_status_led_install (uint8 gpio_id, uint32 gpio_name, uint8 gpio_func)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 gpio_id</code>: GPIO ID• <code>uint8 gpio_name</code>: GPIO MUX 名称• <code>uint8 gpio_func</code>: GPIO 功能
返回	无
示例	<pre>使用 GPIO0 作为 Wi-Fi 状态 LED #define HUMITURE_WIFI_LED_IO_MUX PERIPHS_IO_MUX_GPIO0_U #define HUMITURE_WIFI_LED_IO_NUM 0 #define HUMITURE_WIFI_LED_IO_FUNC FUNC_GPIO0 wifi_status_led_install(HUMITURE_WIFI_LED_IO_NUM, HUMITURE_WIFI_LED_IO_MUX, HUMITURE_WIFI_LED_IO_FUNC)</pre>

3.5.57. wifi_status_led_uninstall

功能	注销 Wi-Fi 状态 LED
函数定义	<pre>void wifi_status_led_uninstall ()</pre>
参数	无
返回	无

3.5.58. wifi_set_broadcast_if

功能	设置 ESP8266 发送 UDP 广播包时，从 Station 接口还是 SoftAP 接口发送。默认从 SoftAP 接口发送。
注意	如果设置仅从 Station 接口发 UDP 广播包，会影响 ESP8266 SoftAP 的功能，DHCP server 无法使用。需要使能 SoftAP 的广播包功能，才可正常使用 ESP8266 SoftAP。
函数定义	<pre>bool wifi_set_broadcast_if (uint8 interface)</pre>
参数	<pre>uint8 interface</pre> <ul style="list-style-type: none">• 1: station• 2: SoftAP• 3: Station 和 SoftAP 接口均发送



返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
----	---

3.5.59. `wifi_get_broadcast_if`

功能	查询 ESP8266 发送 UDP 广播包时，从 Station 接口还是 SoftAP 接口发送。
函数定义	<code>uint8 wifi_get_broadcast_if (void)</code>
参数	无
返回	<ul style="list-style-type: none">• <code>1</code>: Station• <code>2</code>: SoftAP• <code>3</code>: Station 和 SoftAP 接口均发送

3.5.60. `wifi_set_event_handler_cb`

功能	注册 Wi-Fi event 处理回调
函数定义	<code>void wifi_set_event_handler_cb(wifi_event_handler_cb_t cb)</code>
参数	<code>wifi_event_handler_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	无



示例

```
void wifi_handle_event_cb(System_Event_t *evt)
{
    os_printf("event %x\n", evt->event);
    switch (evt->event) {
    case EVENT_STAMODE_CONNECTED:
        os_printf("connect to ssid %s, channel %d\n",
                  evt->event_info.connected.ssid,
                  evt->event_info.connected.channel);

        break;
    case EVENT_STAMODE_DISCONNECTED:
        os_printf("disconnect from ssid %s, reason %d\n",
                  evt->event_info.disconnected.ssid,
                  evt->event_info.disconnected.reason);

        break;
    case EVENT_STAMODE_AUTHMODE_CHANGE:
        os_printf("mode: %d -> %d\n",
                  evt->event_info.auth_change.old_mode,
                  evt->event_info.auth_change.new_mode);

        break;
    case EVENT_STAMODE_GOT_IP:
        os_printf("ip:" IPSTR ",mask:" IPSTR ",gw:" IPSTR,
                  IP2STR(&evt->event_info.got_ip.ip),
                  IP2STR(&evt->event_info.got_ip.mask),
                  IP2STR(&evt->event_info.got_ip.gw));

        os_printf("\n");
        break;
    case EVENT_SOFTAPMODE_STACONNECTED:
        os_printf("station: " MACSTR "join, AID = %d\n",
                  MAC2STR(evt->event_info.sta_connected.mac),
                  evt->event_info.sta_connected.aid);

        break;
    case EVENT_SOFTAPMODE_STADISCONNECTED:
        os_printf("station: " MACSTR "leave, AID = %d\n",
                  MAC2STR(evt->event_info.sta_disconnected.mac),
                  evt->event_info.sta_disconnected.aid);

        break;
    default:
        break;
    }
}

void user_init(void)
{
    // TODO: add your own code here....
    wifi_set_event_handler_cb(wifi_handle_event_cb);
}
```

3.5.61. wifi_wps_enable

功能	使能 Wi-Fi WPS 功能
注意	WPS 功能必须在 ESP8266 Station 使能的情况下调用。



结构体	<pre>typedef enum wps_type { WPS_TYPE_DISABLE=0, WPS_TYPE_PBC, WPS_TYPE_PIN, WPS_TYPE_DISPLAY, WPS_TYPE_MAX, }WPS_TYPE_t;</pre>
函数定义	<code>bool wifi_wps_enable(WPS_TYPE_t wps_type)</code>
参数	<code>WPS_TYPE_t wps_type</code> : WPS 的类型, 目前仅支持 <code>WPS_TYPE_PBC</code>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.62. wifi_wps_disable

功能	关闭 Wi-Fi WPS 功能, 释放占用的资源。
函数定义	<code>bool wifi_wps_disable(void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.63. wifi_wps_start

功能	WPS 开始进行交互
注意	WPS 功能必须在 ESP8266 Station 使能的情况下调用。
函数定义	<code>bool wifi_wps_start(void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 成功开始交互, 并不表示 WPS 成功完成 <code>false</code> : 失败

3.5.64. wifi_set_wps_cb

功能	设置 WPS 回调函数, 回调函数中将传入 WPS 运行状态。WPS 不支持 WEP 加密方式。
回调及参数 结构体	<pre>typedef void (*wps_st_cb_t)(int status); enum wps_cb_status { WPS_CB_ST_SUCCESS = 0, WPS_CB_ST_FAILED, WPS_CB_ST_TIMEOUT, WPS_CB_ST_WEP, // WPS failed because that WEP is not supported. WPS_CB_ST_SCAN_ERR, // can not find the target WPS AP };</pre>



注意	<ul style="list-style-type: none">如果回调函数的传入参数状态为 <code>WPS_CB_ST_SUCCESS</code>，表示成功获得 AP 密钥，请调用 <code>wifi_wps_disable</code> 关闭 WPS 功能释放资源，并调用 <code>wifi_station_connect</code> 连接 AP。否则，表示 WPS 失败，可以创建一个定时器，间隔一段时间后调用 <code>wifi_wps_start</code> 再次尝试 WPS，或者调用 <code>wifi_wps_disable</code> 关闭 WPS 并释放资源。
函数定义	<code>bool wifi_set_wps_cb(wps_st_cb_t cb)</code>
参数	<code>wps_st_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.5.65. wifi_register_send_pkt_freedom_cb

功能	注册 freedom 发包的回调函数。freedom 发包功能，即支持发送用户自定义 802.11 的包。
注意	<ul style="list-style-type: none">freedom 发包必须等前一个包发送完毕，进入发包回调 <code>freedom_outside_cb_t</code> 之后，才能发下一个包。设置发送回调函数可以用来判别包是否发送成功（IEEE802.11 MAC 底层是否发送成功）。使用发送回调函数请注意如下情况：<ul style="list-style-type: none">针对单播包：<ul style="list-style-type: none">回调函数状态显示成功时，对方应用层实际没有收到的状况。原因：<ol style="list-style-type: none">存在流氓设备进行攻击加密密钥设置错误应用层丢包若需要更强地发包保证发包成功率，请在应用层实现发包握手机制。回调函数状态显示失败时，对方应用层实际已收到的状况。原因：<ol style="list-style-type: none">信道繁忙，未收到对方ACK。请注意应用层发包重传，接收方需要检测重传包。针对组播包（包括广播包）：<ul style="list-style-type: none">回调函数状态显示成功，表示组播包已成功发送回调函数状态显示失败，表示组播包发送失败
回调函数定义	<code>typedef void (*freedom_outside_cb_t)(uint8 status);</code> <code>status</code> : 0, 发包成功；其他值，发包失败。
参数	<code>freedom_outside_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	0: 注册成功 -1: 注册失败

3.5.66. wifi_unregister_send_pkt_freedom_cb

功能	注销 freedom 发包的回调函数。
函数定义	<code>void wifi_unregister_send_pkt_freedom_cb(void)</code>



参数	无
返回	无

3.5.67. wifi_send_pkt_freedom

功能	发包函数。
注意	<ul style="list-style-type: none">发送包必须是完整的 802.11 包，长度不包含 FCS。发包长度必须大于最小 802.11 头，即 24 字节，且不能超过 1400 字节，否则返回发包失败。duration 域填写无效，由 ESP8266 底层程序决定，自动填充。发包速率限制成管理包速率，与系统的发包速率一致。支持发送：非加密的数据包，非加密的 beacon/probe req/probe resp。不支持发送：所有加密包 (即包头中的加密 bit 必须为 0，否则返回发包失败)，控制包，除 beacon/probe req/probe resp 以外的其他管理包。freedom 发包必须等前一个包发送完毕，进入发包回调之后，才能发下一个包。
函数定义	<code>int wifi_send_pkt_freedom(uint8 *buf, int len, bool sys_seq)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 *buf</code>: 数据包指针<code>int len</code>: 数据包长度<code>bool sys_seq</code>: 是否跟随系统的 802.11 包 sequence number，如果跟随系统，将会在每次发包后自加 1
返回	<code>0</code> : 成功 <code>-1</code> : 失败

3.5.68. wifi_rfid_locp_rcv_open

功能	开启 RFID LOCP (Location Control Protocol) 功能，用于接收 WDS 类型的包。
函数定义	<code>int wifi_rfid_locp_rcv_open(void)</code>
参数	无
返回	<code>0</code> : 成功 其他值: 失败

3.5.69. wifi_rfid_locp_rcv_close

功能	关闭 RFID LOCP (Location Control Protocol) 功能。
函数定义	<code>void wifi_rfid_locp_rcv_close(void)</code>
参数	无
返回	无



3.5.70. wifi_register_rfid_locp_recv_cb

功能	注册 WDS 收包回调。仅在收到的 WDS 包的第一个 MAC 地址为组播地址时，才会进入回调函数。
回调函数定义	<code>typedef void (*rfid_locp_cb_t)(uint8 *frm, int len, int rssi);</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 *frm</code>: 指向 802.11 包头的指针• <code>int len</code>: 数据包长度• <code>int rssi</code>: 信号强度
返回	<code>0</code> : 成功 其他值: 失败

3.5.71. wifi_unregister_rfid_locp_recv_cb

功能	注销 WDS 收包回调。
函数定义	<code>void wifi_unregister_rfid_locp_recv_cb(void)</code>
参数	无
返回	无

3.5.72. wifi_enable_gpio_wakeup

功能	使能 GPIO 唤醒 Light-sleep 模式的功能。
注意	在自动 Light-sleep 休眠 <code>wifi_set_sleep_type(LIGHT_SLEEP_T)</code> 的情况下，由 GPIO 触发 ESP8266 从 Light-sleep 唤醒之后，如需再次进入休眠时，将判断唤醒 GPIO 的状态： <ul style="list-style-type: none">• 如果 GPIO 仍然处于唤醒状态，则进入 Modem-sleep 休眠；• 如果 GPIO 不处于唤醒状态，则进入 Light-sleep 休眠。
函数定义	<code>void wifi_enable_gpio_wakeup(uint32 i, GPIO_INT_TYPE intr_status)</code>
参数	<code>uint32 i</code> : GPIO 号，取值范围: [0, 15] <code>GPIO_INT_TYPE intr_status</code> : GPIO 触发唤醒的状态
返回	无
示例	设置 GPIO12 低电平时，将 ESP8266 从 Light-sleep 模式唤醒。 <pre>GPIO_DIS_OUTPUT(12); PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U, FUNC_GPIO12); wifi_enable_gpio_wakeup(12, GPIO_PIN_INTR_LOLEVEL);</pre>

3.5.73. wifi_disable_gpio_wakeup

功能	取消 GPIO 唤醒 Light-sleep 模式的功能。
----	-------------------------------



函数定义	<code>void wifi_disable_gpio_wakeup(void)</code>
参数	无
返回	无

3.5.74. wifi_set_country

功能	设置 WiFi 国家码
函数定义	<code>bool wifi_set_country(wifi_country_t *country)</code>
参数	<code>wifi_country_t *country</code> : 国家码信息
注意	<ul style="list-style-type: none">默认国家码为 {.cc="CN", .schan=1, .nchan=13, policy=WIFI_COUNTRY_POLICY_AUTO}当 policy=WIFI_COUNTRY_POLICY_AUTO, ESP8266 的国家码会在连上 AP 后, 自动更改为与 AP 一致; 当与 AP 断开连接后, 又回到原设置值。当 policy=WIFI_COUNTRY_POLICY_MANUAL, ESP8266 的国家码将始终保持为设置值。在 station+softAP 模式下, 如果 ESP8266 station 的国家码信息改变, softAP 端 probe response/beacon 中的 country IE 国家码信息也会同样改变。国家码信息不保存在 flash, 重新上电后, 需要重新配置。
返回	true: 成功 false: 失败

3.5.75. wifi_get_country

功能	获取当前 WiFi 国家码
函数定义	<code>bool wifi_get_country(wifi_country_t *country)</code>
参数	<code>wifi_country_t *country</code> : 国家码信息
返回	true: 成功 false: 失败



3.6. Rate Control 接口

Wi-Fi Rate Control 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

1. wifi_set_user_fixed_rate

功能	设置 ESP8266 Station 或 SoftAP 发数据的固定 rate 和 mask
参数定义	<pre>enum FIXED_RATE { PHY_RATE_48 = 0x8, PHY_RATE_24 = 0x9, PHY_RATE_12 = 0xA, PHY_RATE_6 = 0xB, PHY_RATE_54 = 0xC, PHY_RATE_36 = 0xD, PHY_RATE_18 = 0xE, PHY_RATE_9 = 0xF, } #define FIXED_RATE_MASK_NONE (0x00) #define FIXED_RATE_MASK_STA (0x01) #define FIXED_RATE_MASK_AP (0x02) #define FIXED_RATE_MASK_ALL (0x03)</pre>
注意	<ul style="list-style-type: none">当 <code>enable_mask</code> 的对应 bit 为 1，ESP8266 Station 或 SoftAP 才会以固定 rate 发送数据。如果 <code>enable_mask</code> 设置成 0，则 ESP8266 Station 和 SoftAP 均不会以固定 rate 发送数据。ESP8266 Station 和 SoftAP 共享同一个 rate，不支持分别设置为不同 rate 值。
函数定义	<pre>int wifi_set_user_fixed_rate(uint8 enable_mask, uint8 rate)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 enable_mask</code><ul style="list-style-type: none"><code>0x00</code>: 禁用固定 rate<code>0x01</code>: 固定 rate 用于 ESP8266 Station 接口<code>0x02</code>: 固定 rate 用于 ESP8266 SoftAP 接口<code>0x03</code>: 固定 rate 用于 ESP8266 Station+SoftAP<code>uint8 rate</code>: 固定 rate 值
返回	<code>0</code> : 成功 其他: 失败

2. wifi_get_user_fixed_rate

功能	获取已经设置的固定 rate 的 mask 和 rate 值
函数定义	<pre>int wifi_get_user_fixed_rate(uint8 *enable_mask, uint8 *rate)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 *enable_mask</code>: mask 的指针<code>uint8 *rate</code>: rate 的指针
返回	<code>0</code> : 成功 其他: 失败



3. wifi_set_user_sup_rate

功能	设置 ESP8266 beacon、probe req/resp 等包里的 support rate 的 IE 中支持的 rate 范围。用于将 ESP8266 支持的通信速率告知通信对方，以限制对方设备的发包速率。
注意	本接口目前仅支持 802.11g 模式，后续会增加支持 802.11b。
参数定义	<pre>enum support_rate { RATE_11B5M = 0, RATE_11B11M = 1, RATE_11B1M = 2, RATE_11B2M = 3, RATE_11G6M = 4, RATE_11G12M = 5, RATE_11G24M = 6, RATE_11G48M = 7, RATE_11G54M = 8, RATE_11G9M = 9, RATE_11G18M = 10, RATE_11G36M = 11, };</pre>
函数定义	<pre>int wifi_set_user_sup_rate(uint8 min, uint8 max)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 min</code>: support rate 下限值，仅支持从 enum support_rate 中取值。• <code>uint8 max</code>: support rate 上限值，仅支持从 enum support_rate 中取值。
返回	<code>0</code> : 成功 其他: 失败
示例	<pre>wifi_set_user_sup_rate(RATE_11G6M, RATE_11G24M);</pre>



4. wifi_set_user_rate_limit

功能	设置 ESP8266 发包的初始速率范围。重传速率则不受此接口限制。
参数定义	<pre>enum RATE_11B_ID { RATE_11B_B11M = 0, RATE_11B_B5M = 1, RATE_11B_B2M = 2, RATE_11B_B1M = 3, } enum RATE_11G_ID { RATE_11G_G54M = 0, RATE_11G_G48M = 1, RATE_11G_G36M = 2, RATE_11G_G24M = 3, RATE_11G_G18M = 4, RATE_11G_G12M = 5, RATE_11G_G9M = 6, RATE_11G_G6M = 7, RATE_11G_B5M = 8, RATE_11G_B2M = 9, RATE_11G_B1M = 10, } enum RATE_11N_ID { RATE_11N_MCS7S = 0, RATE_11N_MCS7 = 1, RATE_11N_MCS6 = 2, RATE_11N_MCS5 = 3, RATE_11N_MCS4 = 4, RATE_11N_MCS3 = 5, RATE_11N_MCS2 = 6, RATE_11N_MCS1 = 7, RATE_11N_MCS0 = 8, RATE_11N_B5M = 9, RATE_11N_B2M = 10, RATE_11N_B1M = 11, }</pre>
函数定义	<code>bool wifi_set_user_rate_limit(uint8 mode, uint8 ifidx, uint8 max, uint8 min)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 mode</code>: 设置模式 <pre>#define RC_LIMIT_11B 0 #define RC_LIMIT_11G 1 #define RC_LIMIT_11N 2</pre><code>uint8 ifidx</code>: 设置接口 <pre>0x00 - ESP8266 station 接口 0x01 - ESP8266 soft-AP 接口</pre><code>uint8 max</code>: 速率上限。请从第一个参数 <code>mode</code> 对应的速率枚举中取值。<code>uint8 min</code>: 速率下限。请从第一个参数 <code>mode</code> 对应的速率枚举中取值。
返回	<p><code>true</code>: 成功</p> <p><code>false</code>: 失败</p>
示例	<p>设置 11G 模式下的 ESP8266 station 接口的速率，限制为最大 18M，最小 6M。</p> <pre>wifi_set_user_rate_limit(RC_LIMIT_11G, 0, RATE_11G_G18M, RATE_11G_G6M);</pre>



5. wifi_set_user_limit_rate_mask

功能	设置使能受 <code>wifi_set_user_rate_limit</code> 限制速率的接口。
参数定义	<pre>#define LIMIT_RATE_MASK_NONE (0x00) #define LIMIT_RATE_MASK_STA (0x01) #define LIMIT_RATE_MASK_AP (0x02) #define LIMIT_RATE_MASK_ALL (0x03)</pre>
函数定义	<pre>bool wifi_set_user_limit_rate_mask(uint8 enable_mask)</pre>
参数	<pre>uint8 enable_mask</pre> <ul style="list-style-type: none">• <code>0x00</code>: ESP8266 Station+SoftAP 接口均不受限制• <code>0x01</code>: ESP8266 Station 接口开启限制• <code>0x02</code>: ESP8266 SoftAP 接口开启限制• <code>0x03</code>: ESP8266 Station+SoftAP 接口均开启限制
返回	<pre>true</pre> : 成功 <pre>false</pre> : 失败

6. wifi_get_user_limit_rate_mask

功能	查询当前受 <code>wifi_set_user_rate_limit</code> 限制速率的接口。
函数定义	<pre>uint8 wifi_get_user_limit_rate_mask(void)</pre>
参数	无
返回	<ul style="list-style-type: none">• <code>0x00</code>: ESP8266 Station+SoftAP 接口均不受限制• <code>0x01</code>: ESP8266 Station 接口开启限制• <code>0x02</code>: ESP8266 SoftAP 接口开启限制• <code>0x03</code>: ESP8266 Station+SoftAP 接口均开启限制



3.7. 强制休眠接口

强制休眠接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

使用强制休眠功能，必须先设置 Wi-Fi 工作模式为 NULL_MODE。从强制休眠中唤醒 ESP8266，或者休眠时间到，进入唤醒回调 (由 `wifi_fpm_set_wakeup_cb` 注册)后，先关闭强制休眠功能，才能再设置 Wi-Fi 工作模式为 Station、SoftAP 或 Station+SoftAP 的正常工作模式运行，具体可参考本章节后文提供的“示例代码”。

注意，

- 定时器会影响进入 Light-sleep 模式，如需 Light-sleep 休眠，请先将定时器关闭。
- Light Sleep 为了降低功耗，将 TCP timer tick 由原本的 250ms 改为了 3s，这将导致 TCP timer 超时时间相应增加；如果用户对 TCP timer 的准确度有要求，请使用 modem sleep 或者 deep sleep 模式。

3.7.1. wifi_fpm_open

功能	开启强制休眠功能
函数定义	<code>void wifi_fpm_open (void)</code>
默认值	强制 sleep 功能关闭
返回	无

3.7.2. wifi_fpm_close

功能	关闭强制休眠功能
函数定义	<code>void wifi_fpm_close (void)</code>
参数	无
返回	无

3.7.3. wifi_fpm_do_wakeup

功能	唤醒 <code>MODEM_SLEEP_T</code> 类型的强制休眠
注意	本接口仅支持在强制休眠功能开启的情况下调用，可在 <code>wifi_fpm_open</code> 之后调用；在 <code>wifi_fpm_close</code> 之后，不可以调用。
函数定义	<code>void wifi_fpm_do_wakeup (void)</code>
返回	无



3.7.4. wifi_fpm_set_wakeup_cb

功能	设置强制休眠的定时唤醒功能超时，系统醒来后的回调函数
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口仅支持在强制休眠功能开启的情况下调用，可在 <code>wifi_fpm_open</code> 之后调用；在 <code>wifi_fpm_close</code> 之后，不可以调用。仅在定时唤醒 <code>wifi_fpm_do_sleep</code> 且参数不为 <code>0xFFFFFFFF</code> 功能的定时时间到，系统醒来，才会进入唤醒回调 <code>fpm_wakeup_cb_func</code>。<code>MODEM_SLEEP_T</code> 类型的强制休眠被 <code>wifi_fpm_do_wakeup</code> 唤醒，并不会进入唤醒回调。
函数定义	<code>void wifi_fpm_set_wakeup_cb(void (*fpm_wakeup_cb_func)(void))</code>
参数	<code>void (*fpm_wakeup_cb_func)(void)</code> : 回调函数
返回	无

3.7.5. wifi_fpm_do_sleep

功能	让系统强制休眠，休眠时间到后，系统将自动醒来。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口仅支持在强制休眠功能开启的情况下调用，可在 <code>wifi_fpm_open</code> 之后调用；在 <code>wifi_fpm_close</code> 之后，不可以调用。本接口返回 0 表示休眠设置成功，但并不表示立即进入休眠状态。系统会在进入底层相关任务处理时，进行休眠。请勿在调用本接口后，立即调用其他 Wi-Fi 相关操作。
函数定义	<code>int8 wifi_fpm_do_sleep (uint32 sleep_time_in_us)</code>
参数	<code>uint32 sleep_time_in_us</code> : 休眠时间，单位：us，取值范围：10000 ~ 268435455(0xFFFFFFFF) 如果参数设置为 <code>0xFFFFFFFF</code> ，则系统将一直休眠，直至： <ul style="list-style-type: none">若 <code>wifi_fpm_set_sleep_type</code> 设置为 <code>LIGHT_SLEEP_T</code>，可被 GPIO 唤醒。若 <code>wifi_fpm_set_sleep_type</code> 设置为 <code>MODEM_SLEEP_T</code>，可被 <code>wifi_fpm_do_wakeup</code> 唤醒。
返回	<code>0</code> : 休眠设置成功 <code>-1</code> : 强制休眠的状态错误，休眠失败 <code>-2</code> : 强制休眠功能未开启，休眠失败

3.7.6. wifi_fpm_set_sleep_type

功能	设置系统强制休眠的休眠类型。
注意	如需调用本接口，请在 <code>wifi_fpm_open</code> 之前调用。
函数定义	<code>void wifi_fpm_set_sleep_type (enum sleep_type type)</code>



参数	<pre>enum sleep_type{ NONE_SLEEP_T = 0, LIGHT_SLEEP_T, MODEM_SLEEP_T, };</pre>
返回	无

3.7.7. wifi_fpm_get_sleep_type

功能	查询系统强制休眠的休眠类型。
函数定义	<pre>enum sleep_type wifi_fpm_get_sleep_type (void)</pre>
参数	无
返回	<pre>enum sleep_type{ NONE_SLEEP_T = 0, LIGHT_SLEEP_T, MODEM_SLEEP_T, };</pre>

3.7.8. wifi_fpm_auto_sleep_set_in_null_mode

功能	设置在关闭 Wi-Fi 模式 <code>wifi_set_opmode(NULL_MODE)</code> 的情况下，是否自动进入 Modem-sleep 模式。
函数定义	<pre>void wifi_fpm_auto_sleep_set_in_null_mode (uint8 req)</pre>
参数	<pre>uint8 req</pre> <ul style="list-style-type: none">0: 关闭 Wi-Fi 模式后，不自动进入 Modem-sleep 模式1: 关闭 Wi-Fi 模式后，自动进入 Modem-sleep 模式。
返回	无

3.7.9. 示例代码

调用强制休眠接口，在需要的情况下强制关闭 RF 电路以降低功耗。

⚠ 注意：

强制休眠接口调用后，并不会立即休眠，而是等到系统 *idle task* 执行时才进入休眠。请参考下述示例使用。

示例一：Modem-sleep 模式

强制进入 Modem-sleep 模式，即强制关闭 RF。



```
        #define FPM_SLEEP_MAX_TIME        0xFFFFFFFF

void fpm_wakeup_cb_func1(void)
{
    wifi_fpm_close();           // disable force sleep function
    wifi_set_opmode(STATION_MODE); // set station mode
    wifi_station_connect();      // connect to AP
}

void user_func(...)
{
    wifi_station_disconnect();
    wifi_set_opmode(NULL_MODE); // set WiFi mode to null mode.
    wifi_fpm_set_sleep_type(MODEM_SLEEP_T); // modem sleep
    wifi_fpm_open();              // enable force sleep
#ifdef SLEEP_MAX
    /* For modem sleep, FPM_SLEEP_MAX_TIME can only be wakened by calling
    wifi_fpm_do_wakeup. */
    wifi_fpm_do_sleep(FPM_SLEEP_MAX_TIME);
#else
    // wakeup automatically when timeout.
    wifi_fpm_set_wakeup_cb(fpm_wakeup_cb_func1); // Set wakeup callback
    wifi_fpm_do_sleep(50*1000);
#endif
}

#ifdef SLEEP_MAX
void func1(void)
{
    wifi_fpm_do_wakeup();
    wifi_fpm_close();           // disable force sleep function
    wifi_set_opmode(STATION_MODE); // set station mode
    wifi_station_connect();      // connect to AP
}
#endif
```

示例二：Light-sleep 模式

强制进入 Light-sleep 模式，即强制关闭 RF 和 CPU，需要设置一个回调函数，以便唤醒后程序继续运行。注意，定时器会影响进入 Light-sleep 模式，如需休眠，请先将定时器关闭。

```
        #define FPM_SLEEP_MAX_TIME        0xFFFFFFFF

void fpm_wakeup_cb_func1(void)
{
    wifi_fpm_close();           // disable force sleep function
    wifi_set_opmode(STATION_MODE); // set station mode
    wifi_station_connect();      // connect to AP
}
```



```
#ifndef SLEEP_MAX
// Wakeup till time out.
void user_func(...)
{
    wifi_station_disconnect();
    wifi_set_opmode(NULL_MODE);           // set WiFi mode to null mode.
    wifi_fpm_set_sleep_type(LIGHT_SLEEP_T); // light sleep
    wifi_fpm_open();                       // enable force sleep
    wifi_fpm_set_wakeup_cb(fpm_wakup_cb_func1); // Set wakeup callback
    wifi_fpm_do_sleep(50*1000);
}
#else
// Or wake up by GPIO
void user_func(...)
{
    wifi_station_disconnect();
    wifi_set_opmode(NULL_MODE);           // set WiFi mode to null mode.
    wifi_fpm_set_sleep_type(LIGHT_SLEEP_T); // light sleep
    wifi_fpm_open();                       // enable force sleep

    PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U, FUNC_GPIO12);
    wifi_enable_gpio_wakeup(12, GPIO_PIN_INTR_LOLEVEL);

    wifi_fpm_set_wakeup_cb(fpm_wakup_cb_func1); // Set wakeup callback
    wifi_fpm_do_sleep(FPM_SLEEP_MAX_TIME);
    ...
}
#endif
```



3.8. ESP-NOW 接口

ESP-NOW 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/espnow.h`。

ESP-NOW 详细介绍请参考文档 [ESP-NOW 用户指南](#)，软件接口使用时的注意事项如下：

- ESP-NOW 目前不支持组播包；
- ESP8266_NONOS_SDK_V2.1 及之后版本，ESP-NOW 支持发送广播包，但请注意，仅支持不加密的广播包；
- 建议 slave 和 combo 角色对应 ESP8266 SoftAP 模式或者 SoftAP+Station 共存模式；controller 角色对应 Station 模式；
- 当 ESP8266 处于 SoftAP+Station 共存模式时，若作为 slave 或 combo 角色，将从 SoftAP 接口通信；若作为 controller 角色，将从 Station 接口通信；
- ESP-NOW 不实现休眠唤醒功能，因此如果通信对方的 ESP8266 Station 正处于休眠状态，ESP-NOW 发包将会失败；
- ESP8266 Station 模式下，最多可设置 10 个加密的 ESP-NOW peer，加上不加密的设备，总数不超过 20 个；
- ESP8266 SoftAP 模式或者 SoftAP+station 模式下，最多设置 6 个加密的 ESP-NOW peer，加上不加密的设备，总数不超过 20 个。

3.8.1. 结构体

```
enum esp_now_role {
    ESP_NOW_ROLE_IDLE = 0,
    ESP_NOW_ROLE_CONTROLLER,
    ESP_NOW_ROLE_SLAVE,
    ESP_NOW_ROLE_COMBO, // both slave and controller
    ESP_NOW_ROLE_MAX,
};
```

3.8.2. esp_now_init

功能	初始化 ESP-NOW 功能
函数定义	<code>init esp_now_init(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败



3.8.3. esp_now_deinit

功能	卸载 ESP-NOW 功能
函数定义	<code>int esp_now_deinit(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.8.4. esp_now_register_recv_cb

功能	注册 ESP-NOW 收包的回调函数
注意	当收到 ESP-NOW 的数据包, 进入收包回调函数 <code>typedef void (*esp_now_recv_cb_t)(u8 *mac_addr, u8 *data, u8 len)</code> 回调函数的 3 个参数分别为: <ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *mac_addr</code>: 发包方的 MAC 地址• <code>u8 *data</code>: 收到的数据• <code>u8 len</code>: 数据长度
函数定义	<code>int esp_now_register_recv_cb(esp_now_recv_cb_t cb)</code>
参数	<code>esp_now_recv_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	0: 成功 其它: 失败

3.8.5. esp_now_unregister_recv_cb

功能	注销 ESP-NOW 收包的回调函数
函数定义	<code>int esp_now_unregister_recv_cb(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败



3.8.6. esp_now_register_send_cb

功能	设置 ESP-NOW 发包回调函数
注意	<ul style="list-style-type: none">当发送了 ESP-NOW 的数据包，进入收包回调函数 <code>void esp_now_send_cb_t(u8 *mac_addr, u8 status)</code>回调函数的 2 个参数分别为：<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *mac_addr</code>: 发包对方的目标 MAC 地址<code>u8 status</code>: 发包状态；0，成功；否则，失败。对应结构体：<pre>mt_tx_status { MT_TX_STATUS_OK = 0, MT_TX_STATUS_FAILED, }</pre>发包回调函数不判断密钥是否匹配，如果使用密钥加密，请自行确保密钥正确。设置发送回调函数可以用来判别包是否发送成功（IEEE802.11 MAC 底层是否发送成功）。使用发送回调函数请注意如下情况：<ul style="list-style-type: none">针对单播包：<ul style="list-style-type: none">回调函数状态显示成功时，对方应用层实际没有收到的状况。原因：<ol style="list-style-type: none">存在流氓设备进行攻击加密密钥设置错误应用层丢包若需要更强地发包保证发包成功率，请在应用层实现发包握手机制。回调函数状态显示失败时，对方应用层实际已收到的状况。原因：<ol style="list-style-type: none">信道繁忙，未收到对方ACK。请注意应用层发包重传，接收方需要检测重传包。针对组播包（包括广播包）：<ul style="list-style-type: none">回调函数状态显示成功，表示组播包已成功发送回调函数状态显示失败，表示组播包发送失败
函数定义	<code>u8 esp_now_register_send_cb(esp_now_send_cb_t cb)</code>
参数	<code>esp_now_send_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.7. esp_now_unregister_send_cb

功能	注销 ESP-NOW 发包的回调函数，不再报告发包状态。
函数定义	<code>int esp_now_unregister_send_cb(void)</code>
参数	无
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败



3.8.8. esp_now_send

功能	发送 ESP-NOW 数据包
函数定义	<code>int esp_now_send(u8 *da, u8 *data, int len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *da</code>: 目的 MAC 地址; 如果为 NULL, 则遍历 ESP-NOW 维护的所有 MAC 地址进行发送, 否则, 向指定 MAC 地址发送• <code>u8 *data</code>: 要发送的数据• <code>int len</code>: 数据长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.9. esp_now_add_peer

功能	增加 ESP-NOW 匹配设备, 将设备 MAC 地址存入 ESP-NOW 维护的列表。
函数定义	<code>int esp_now_add_peer(u8 *mac_addr, u8 role, u8 channel, u8 *key, u8 key_len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *mac_addr</code>: 匹配设备的 MAC 地址• <code>u8 channel</code>: 匹配设备的信道值• <code>u8 *key</code>: 与该匹配设备通信时, 需使用的密钥, 目前仅支持 16 字节的密钥• <code>u8 key_len</code>: 密钥长度, 目前长度仅支持 16 字节
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.10. esp_now_del_peer

功能	删除 ESP-NOW 匹配设备, 将设备 MAC 地址从 ESP-NOW 维护的列表中删除。
函数定义	<code>int esp_now_del_peer(u8 *mac_addr)</code>
参数	<code>u8 *mac_addr</code> : 要删除设备的 MAC 地址
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.11. esp_now_set_self_role

功能	设置自身 ESP-NOW 的角色
函数定义	<code>int esp_now_set_self_role(u8 role)</code>
参数	<code>u8 role</code> : 角色类型, 详见 esp_now_role
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败



3.8.12. esp_now_get_self_role

功能	查询自身 ESP-NOW 的角色
函数定义	<code>u8 esp_now_get_self_role(void)</code>
参数	无
返回	角色类型

3.8.13. esp_now_set_peer_role

功能	设置指定匹配设备的 ESP-NOW 角色。如果重复设置，新设置会覆盖原有设置。
函数定义	<code>int esp_now_set_peer_role(u8 *mac_addr, u8 role)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *mac_addr</code>: 指定设备的 MAC 地址<code>u8 role</code>: 角色类型，详见 esp_now_role
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.14. esp_now_get_peer_role

功能	查询指定匹配设备的 ESP-NOW 角色
函数定义	<code>int esp_now_get_peer_role(u8 *mac_addr)</code>
参数	<code>u8 *mac_addr</code> : 指定设备的 MAC 地址
返回	角色类型，详见 esp_now_role 否则，失败

3.8.15. esp_now_set_peer_key

功能	设置指定匹配设备的 ESP-NOW 密钥。如果重复设置，新设置会覆盖原有设置。
函数定义	<code>int esp_now_set_peer_key(u8 *mac_addr, u8 *key, u8 key_len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *mac_addr</code>: 指定设备的 MAC 地址<code>u8 *key</code>: 密钥指针，目前仅支持 16 字节的密钥；如果传 NULL，则清除当前密钥<code>u8 key_len</code>: 密钥长度，目前长度仅支持 16 字节
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败



3.8.16. esp_now_get_peer_key

功能	查询指定匹配设备的 ESP-NOW 密钥
函数定义	<code>int esp_now_set_peer_key(u8 *mac_addr, u8 *key, u8 *key_len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *mac_addr</code>: 指定设备的 MAC 地址• <code>u8 *key</code>: 查询到的密钥指针, 请使用 16 字节的 buffer 保存密钥• <code>u8 key_len</code>: 查询到的密钥长度
返回	<ul style="list-style-type: none">• 0: 成功• >0: 找到目标设备, 但未获得 key• <0: 失败

3.8.17. esp_now_set_peer_channel

功能	<p>记录指定匹配设备的信道值。</p> <p>当与该指定设备进行 ESP-NOW 通信时,</p> <ul style="list-style-type: none">• 先调用 <code>esp_now_get_peer_channel</code> 查询该设备所在信道;• 再调用 <code>wifi_set_channel</code> 与该设备切换到同一信道进行通信;• 通信完成后, 请注意切换回原所在信道。
函数定义	<code>int esp_now_set_peer_channel(u8 *mac_addr, u8 channel)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *mac_addr</code>: 指定设备的 MAC 地址• <code>u8 channel</code>: 信道值, 一般为 1 ~ 13, 部分地区可能用到 14
返回	<p>0: 成功</p> <p>其它: 失败</p>

3.8.18. esp_now_get_peer_channel

功能	查询指定匹配设备的信道值。ESP-NOW 要求切换到同一信道进行通信。
函数定义	<code>int esp_now_get_peer_channel(u8 *mac_addr)</code>
参数	<code>u8 *mac_addr</code> : 指定设备的 MAC 地址
返回	<p>1 ~ 13 (部分地区可能到 14), 成功</p> <p>否则, 失败</p>

3.8.19. esp_now_is_peer_exist

功能	根据 MAC 地址判断设备是否存在
函数定义	<code>int esp_now_is_peer_exist(u8 *mac_addr)</code>
参数	<code>u8 *mac_addr</code> : 指定设备的 MAC 地址



返回	<ul style="list-style-type: none">• 0: 设备不存在• >0: 出错, 查询失败• <0: 设备存在
----	--

3.8.20. esp_now_fetch_peer

功能	查询当前指向的 ESP-NOW 配对设备的 MAC 地址, 并将内部游标指向 ESP-NOW 维护列表的后一个设备或重新指向 ESP-NOW 维护列表的第一个设备。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 本接口不可重入。• 第一次调用本接口时, 参数必须为 <code>true</code>, 让内部游标指向 ESP-NOW 维护列表的第一个设备。
函数定义	<code>u8 *esp_now_fetch_peer(bool restart)</code>
参数	<code>bool restart</code> <ul style="list-style-type: none">• <code>true</code>: 将内部游标重新指向 ESP-NOW 维护列表的第一个设备• <code>false</code>: 将内部游标指向 ESP-NOW 维护列表的后一个设备
返回	<ul style="list-style-type: none">• <code>NULL</code>: 不存在已关联的 ESP-NOW 设备• 否则, 当前指向的 ESP-NOW 配对设备的 MAC 地址指针

3.8.21. esp_now_get_cnt_info

功能	查询已经匹配的全部设备总数和加密的设备总数。
函数定义	<code>int esp_now_get_cnt_info(u8 *all_cnt, u8 *encryp_cnt)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *all_cnt</code>: 已经匹配的全部设备总数• <code>u8 *encryp_cnt</code>: 加密的设备总数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.8.22. esp_now_set_kok

功能	设置用于将通信密钥加密的主密钥 (key of key)。所有设备的通信均共享同一主密钥, 如不设置, 则使用默认主密钥给通信密钥加密。 如需调用本接口, 请在 <code>esp_now_add_peer</code> 和 <code>esp_now_set_peer_key</code> 接口之前调用。
函数定义	<code>int esp_now_set_kok(u8 *key, u8 len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *key</code>: 主密钥指针• <code>u8 len</code>: 主密钥长度, 目前长度仅支持 16 字节
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败



3.9. Simple-Pair 接口

Simple-Pair 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/simple_pair.h` 中。

3.9.1. 结构体

```
typedef enum {
    SP_ST_STA_FINISH = 0,    // station 端协商结束
    SP_ST_AP_FINISH = 0,    // AP 端协商结束
    SP_ST_AP_RECV_NEG,      // AP 收到 station 发来的协商请求
    SP_ST_STA_AP_REFUSE_NEG, // station 收到 AP 发来的协商拒绝
    /* definitions below are error codes */
    SP_ST_WAIT_TIMEOUT,     // 错误：协商过程超时
    SP_ST_SEND_ERROR,       // 错误：发送数据出错
    SP_ST_KEY_INSTALL_ERR,  // 错误：密钥安装错误
    SP_ST_KEY_OVERLAP_ERR,  // 错误：同一个 MAC 地址有多个密钥
    SP_ST_OP_ERROR,         // 错误：操作错误
    SP_ST_UNKNOWN_ERROR,    // 错误：未知错误
    SP_ST_MAX,
} SP_ST_t;
```

3.9.2. register_simple_pair_status_cb

功能	注册 Simple-Pair 的状态回调函数
函数定义	<code>int register_simple_pair_status_cb(simple_pair_status_cb_t cb)</code>
回调函数定义	<code>typedef void (*simple_pair_status_cb_t)(u8 *sa, u8 status);</code> <ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *sa</code>: 对方设备的源 MAC 地址• <code>u8 status</code>: 状态枚举值, 详见 <code>SP_ST_t</code> 定义
参数	<code>simple_pair_status_cb_t cb</code> : 状态回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.9.3. unregister_simple_pair_status_cb

功能	注销 Simple-Pair 的状态回调函数
函数定义	<code>void unregister_simple_pair_status_cb(void)</code>
参数	无
返回	无



3.9.4. simple_pair_init

功能	初始化 Simple-Pair 功能
函数定义	<code>int simple_pair_init(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.5. simple_pair_deinit

功能	反初始化 Simple-Pair 功能
函数定义	<code>void simple_pair_deinit(void)</code>
参数	无
返回	无

3.9.6. simple_pair_state_reset

功能	重置 Simple-Pair 状态。当需要重新启动 Simple-Pair 时，可调用本接口重置状态。
函数定义	<code>int simple_pair_state_reset(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.7. simple_pair_ap_enter_announce_mode

功能	Simple-Pair 的 AP 端进入 announce 模式
函数定义	<code>int simple_pair_ap_enter_announce_mode(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.8. simple_pair_sta_enter_scan_mode

功能	Simple-Pair 的 Station 端进入 scan 模式
函数定义	<code>int simple_pair_sta_enter_scan_mode(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败



3.9.9. simple_pair_sta_start_negotiate

功能	Simple-Pair 的 Station 端开始协商
函数定义	<code>int simple_pair_sta_start_negotiate(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.10. simple_pair_ap_start_negotiate

功能	Simple-Pair 的 AP 端同意协商
函数定义	<code>int simple_pair_ap_start_negotiate(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.11. simple_pair_ap_refuse_negotiate

功能	Simple-Pair 的 AP 端拒绝协商
函数定义	<code>int simple_pair_ap_refuse_negotiate(void)</code>
参数	无
返回	0: 成功 其它: 失败

3.9.12. simple_pair_set_peer_ref

功能	设置需要协商的设备的参数。仅向系统设置信息，不会安装 Key 或进行其他动作。 <ul style="list-style-type: none">若作为 Station 端，则需要在 <code>simple_pair_sta_start_negotiate</code> 之前设置若作为 AP 端，则需要在 <code>simple_pair_ap_start_negotiate</code> 或者 <code>simple_pair_ap_refuse_negotiate</code> 之前设置。
函数定义	<code>int simple_pair_set_peer_ref(u8 *peer_mac, u8 *tmp_key, u8 *ex_key)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *peer_mac</code>: 需要协商的对端设备的 MAC 地址，长度为 6 字节。不能为 <code>NULL</code><code>u8 *tmp_key</code>: 用于加密 Simple-Pair 通信的临时密钥，长度为 16 字节。不能为 <code>NULL</code><code>u8 *ex_key</code>: 需要交换的 Key，长度为 16 字节。如果为 <code>NULL</code>，则系统默认使用全 0 为 Key
返回	0: 成功 其它: 失败



3.9.13. simple_pair_get_peer_ref

功能	获取设置的参数值。无需获取的参数，传入 NULL 即可。
函数定义	<code>int simple_pair_get_peer_ref(u8 *peer_mac, u8 *tmp_key, u8 *ex_key)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *peer_mac</code>: 需要协商的设备 MAC 地址，长度为 6 字节• <code>u8 *tmp_key</code>: 用于加密 Simple-Pair 通信的临时密钥，长度为 16 字节• <code>u8 *ex_key</code>: 需要交换的 Key，长度为 16 字节。如未设置，则查询到全 0 值
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败



3.10. 云端升级 (FOTA) 接口

云端升级接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h` 和 `upgrade.h` 中。

3.10.1. system_upgrade_userbin_check

功能	查询 user bin
函数定义	<code>uint8 system_upgrade_userbin_check()</code>
参数	无
返回	<code>0x00</code> : UPGRADE_FW_BIN1, i.e. <code>user1.bin</code> <code>0x01</code> : UPGRADE_FW_BIN2, i.e. <code>user2.bin</code>

3.10.2. system_upgrade_flag_set

功能	设置升级状态标志
注意	<ul style="list-style-type: none">若调用 <code>system_upgrade_start</code> 升级, 本接口无需调用。若用户调用 <code>spi_flash_write</code> 自行写 Flash 实现升级, 新软件写入完成后, 将 flag 置为 <code>UPGRADE_FLAG_FINISH</code>, 再调用 <code>system_upgrade_reboot</code> 重启运行新软件。
函数定义	<code>void system_upgrade_flag_set(uint8 flag)</code>
参数	<code>uint8 flag</code> : <code>#define UPGRADE_FLAG_IDLE</code> <code>0x00</code> <code>#define UPGRADE_FLAG_START</code> <code>0x01</code> <code>#define UPGRADE_FLAG_FINISH</code> <code>0x02</code>
返回	无

3.10.3. system_upgrade_flag_check

功能	查询升级状态标志
函数定义	<code>uint8 system_upgrade_flag_check()</code>
参数	无
返回	<code>#define UPGRADE_FLAG_IDLE</code> <code>0x00</code> <code>#define UPGRADE_FLAG_START</code> <code>0x01</code> <code>#define UPGRADE_FLAG_FINISH</code> <code>0x02</code>

3.10.4. system_upgrade_start

功能	配置参数, 开始升级。
函数定义	<code>bool system_upgrade_start (struct upgrade_server_info *server)</code>
参数	<code>struct upgrade_server_info *server</code> : 升级服务器的相关参数
返回	<code>true</code> : 开始升级 <code>false</code> : 已经在升级过程中, 无法开始升级



3.10.5. system_upgrade_reboot

功能	重启系统，运行新软件
函数定义	<code>void system_upgrade_reboot (void)</code>
参数	无
返回	无



3.11. Sniffer 相关接口

Sniffer 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/user_interface.h`。

3.11.1. wifi_promiscuous_enable

功能	开启混杂模式 (sniffer)
注意	<ul style="list-style-type: none">仅支持在 ESP8266 单 Station 模式下，开启混杂模式混杂模式中，ESP8266 Station 和 SoftAP 接口均失效若开启混杂模式，请先调用 <code>wifi_station_disconnect</code> 确保没有连接混杂模式中请勿调用其他 API，请先调用 <code>wifi_promiscuous_enable(0)</code> 退出 sniffer
函数定义	<code>void wifi_promiscuous_enable(uint8 promiscuous)</code>
参数	<code>uint8 promiscuous</code> <ul style="list-style-type: none">0: 关闭混杂模式1: 开启混杂模式
返回	无
示例	用户可以向乐鑫申请 sniffer demo

3.11.2. wifi_promiscuous_set_mac

功能	设置 sniffer 模式时的 MAC 地址过滤，可过滤出发给指定 MAC 地址的包（也包含广播包）。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口需在 <code>wifi_promiscuous_enable(1)</code> 使能混杂模式后调用；MAC 地址过滤仅对当前这次的 sniffer 有效；如果停止 sniffer，又再次 sniffer，需要重新设置 MAC 地址过滤。
函数定义	<code>void wifi_promiscuous_set_mac(const uint8_t *address)</code>
参数	<code>const uint8_t *address</code> : MAC 地址
返回	无
示例	<pre>char ap_mac[6] = {0x16, 0x34, 0x56, 0x78, 0x90, 0xab}; wifi_promiscuous_set_mac(ap_mac);</pre>

3.11.3. wifi_set_promiscuous_rx_cb

功能	注册混杂模式下的接收数据回调函数，每收到一包数据，都会进入注册的回调函数。
函数定义	<code>void wifi_set_promiscuous_rx_cb(wifi_promiscuous_cb_t cb)</code>
参数	<code>wifi_promiscuous_cb_t cb</code> : 回调函数
返回	无



3.11.4. wifi_get_channel

功能	获取信道号
函数定义	<code>uint8 wifi_get_channel(void)</code>
参数	无
返回	信道号

3.11.5. wifi_set_channel

功能	设置信道号，用于混杂模式
函数定义	<code>bool wifi_set_channel (uint8 channel)</code>
参数	<code>uint8 channel</code> : 信道号
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



3.12. SmartConfig 接口

Smart Config 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/smartconfig.h`。

AirKiss 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/airkiss.h`。

开启 SmartConfig 功能前，请先确保 AP 已经开启。

3.12.1. smartconfig_start

功能	开启快连模式，快速连接 ESP8266 Station 到 AP。ESP8266 抓取空中特殊的数据包，包含目标 AP 的 SSID 和 password 信息，同时，用户需要通过手机或者电脑广播加密的 SSID 和 password 信息。
注意	<ul style="list-style-type: none">仅支持在单 Station 模式下调用本接口SmartConfig 过程中，ESP8266 Station 和 SoftAP 失效<code>smartconfig_start</code> 未完成之前不可重复执行 <code>smartconfig_start</code>，请先调用 <code>smartconfig_stop</code> 结束本次快连。SmartConfig 过程中，请勿调用其他 API；先调用 <code>smartconfig_stop</code>，再使用其他 API。
结构体	<pre>typedef enum { SC_STATUS_WAIT = 0, // 连接未开始，请勿在此阶段开始连接 SC_STATUS_FIND_CHANNEL, // 请在此阶段开启 APP 进行配对连接 SC_STATUS_GETTING_SSID_PSWD, SC_STATUS_LINK, SC_STATUS_LINK_OVER, // 获取到 IP，连接路由完成 } sc_status;</pre>
函数定义	<code>bool smartconfig_start(sc_callback_t cb, uint8 log)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>sc_callback_t cb</code>: SmartConfig 状态发生改变时，进入回调函数。传入回调函数的参数 <code>status</code> 表示 SmartConfig 状态：<ul style="list-style-type: none">当 <code>status</code> 为 <code>SC_STATUS_GETTING_SSID_PSWD</code> 时，参数 <code>void *pdata</code> 为 <code>sc_type *</code> 类型的指针变量，表示此次配置是 AirKiss 还是 ESP-TOUCH；当 <code>status</code> 为 <code>SC_STATUS_LINK</code> 时，参数 <code>void *pdata</code> 为 <code>struct station_config</code> 类型的指针变量；当 <code>status</code> 为 <code>SC_STATUS_LINK_OVER</code> 时，参数 <code>void *pdata</code> 是移动端的 IP 地址的指针，4 个字节。（仅支持在 ESP-TOUCH 方式下，其他方式则为 NULL）当 <code>status</code> 为其他状态时，参数 <code>void *pdata</code> 为 NULL<code>uint8 log</code><ul style="list-style-type: none">1: UART 打印连接过程否则: UART 仅打印连接结果。打印信息仅供调试使用，正常工作时，应避免 SmartConfig 过程中进行串口打印。
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



示例	<pre>void ICACHE_FLASH_ATTR smartconfig_done(sc_status status, void *pdata) { switch(status) { case SC_STATUS_WAIT: os_printf("SC_STATUS_WAIT\n"); break; case SC_STATUS_FIND_CHANNEL: os_printf("SC_STATUS_FIND_CHANNEL\n"); break; case SC_STATUS_GETTING_SSID_PSWD: os_printf("SC_STATUS_GETTING_SSID_PSWD\n"); sc_type *type = pdata; if (*type == SC_TYPE_ESPTOUCH) { os_printf("SC_TYPE:SC_TYPE_ESPTOUCH\n"); } else { os_printf("SC_TYPE:SC_TYPE_AIRKISS\n"); } break; case SC_STATUS_LINK: os_printf("SC_STATUS_LINK\n"); struct station_config *sta_conf = pdata; wifi_station_set_config(sta_conf); wifi_station_disconnect(); wifi_station_connect(); break; case SC_STATUS_LINK_OVER: os_printf("SC_STATUS_LINK_OVER\n"); if (pdata != NULL) { uint8 phone_ip[4] = {0}; memcpy(phone_ip, (uint8*)pdata, 4); os_printf("Phone ip: %d.%d.%d. %d\n",phone_ip[0],phone_ip[1],phone_ip[2],phone_ip[3]); } smartconfig_stop(); break; } } smartconfig_start(smartconfig_done);</pre>
----	---

3.12.2. smartconfig_stop

功能	关闭快连模式，释放 smartconfig_start 占用的内存。
注意	<ul style="list-style-type: none">若快连成功，连上目标 AP 后，调用本接口释放 smartconfig_start 占用的内存。若快连失败，调用本接口退出快连模式，释放占用的内存。
函数定义	bool smartconfig_stop(void)
参数	无
返回	true: 成功 false: 失败

3.12.3. smartconfig_set_type

功能	设置快连模式的协议类型。
注意	如需调用本接口，请在 smartconfig_start 之前调用。



函数定义	<code>bool smartconfig_set_type(sc_type type)</code>
参数	<pre>typedef enum { SC_TYPE_ESPTOUCH = 0, SC_TYPE_AIRKISS, SC_TYPE_ESPTOUCH_AIRKISS, } sc_type;</pre>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

3.12.4. airkiss_version

功能	获得 AirKiss 库的版本信息。
注意	版本信息的实际长度未知。
函数定义	<code>const char* airkiss_version(void)</code>
参数	无
返回	AirKiss 库的版本信息。

3.12.5. airkiss_lan_recv

功能	<p>用于 AirKiss 内网发现功能，可参考微信官网内网发现功能介绍 http://iot.weixin.qq.com</p> <p>内网发现功能大致流程为：创建一个 UDP 传输，在 UDP 的 <code>espconn_recv_callback</code> 中，将接收到的 UDP 报文传入 <code>airkiss_lan_recv</code> 函数，若函数返回 <code>AIRKISS_LAN_SSDP_REQ</code>，则调用 <code>airkiss_lan_pack</code> 打包响应报文，通过 UDP 传输回复给发送方。</p> <p>本函数用于接收 AirKiss 发来的 UDP 数据包并解析。</p>
函数定义	<pre>int airkiss_lan_recv(const void* body, unsigned short length, const airkiss_config_t* config)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>const void* body</code>: 接收到的 UDP 数据<code>unsigned short length</code>: 有效的数据长度<code>airkiss_config_t* config</code>: AirKiss 结构体
返回	<ul style="list-style-type: none"><code>>=0</code>: 成功<code><0</code>: 失败具体可参考 <code>airkiss_lan_ret_t</code>



3.12.6. airkiss_lan_pack

功能	用于 AirKiss 内网发现功能，将用户数据组织成 AirKiss 内网探测的 UDP 数据包格式。
函数定义	<pre>int airkiss_lan_pack(airkiss_lan_cmdid_t ak_lan_cmdid, void* appid, void* deviceid, void* _datain, unsigned short inlength, void* _dataout, unsigned short* outlength, const airkiss_config_t* config)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>airkiss_lan_cmdid_t ak_lan_cmdid</code>: 发包的类型• <code>void* appid</code>: 微信公众号，必须从微信获得• <code>void* deviceid</code>: 设备 ID 值，必须从微信获得• <code>void* _datain</code>: 待组包的用户数据• <code>unsigned short inlength</code>: 用户数据长度• <code>void* _dataout</code>: 用户数据完成 AirKiss 内网探测组包后的数据• <code>unsigned short* outlength</code>: 组包后的数据长度• <code>const airkiss_config_t* config</code>: AirKiss 结构体
返回	<ul style="list-style-type: none">• <code>>=0</code>: 成功• <code><0</code>: 失败• 具体可参考 <code>airkiss_lan_ret_t</code>



3.13. SNTP 接口

SNTP 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/sntp.h`。

3.13.1. sntp_setserver

功能	通过 IP 地址设置 SNTP 服务器，一共最多支持设置 3 个 SNTP 服务器
函数定义	<code>void sntp_setserver(unsigned char idx, ip_addr_t *addr)</code>
参数	<code>unsigned char idx</code> : SNTP 服务器编号，最多支持 3 个 SNTP 服务器（0 ~ 2）；0 号为主服务器，1 号和 2 号为备用服务器。 <code>ip_addr_t *addr</code> : IP 地址；用户需自行确保，传入的是合法 SNTP 服务器
返回	无

3.13.2. sntp_getserver

功能	查询 SNTP 服务器的 IP 地址，对应的设置接口为： <code>sntp_setserver</code>
函数定义	<code>ip_addr_t sntp_getserver(unsigned char idx)</code>
参数	<code>unsigned char idx</code> : SNTP 服务器编号，最多支持 3 个 SNTP 服务器（0 ~ 2）
返回	IP 地址

3.13.3. sntp_setservername

功能	通过域名设置 SNTP 服务器，一共最多支持设置 3 个 SNTP 服务器
函数定义	<code>void sntp_setservername(unsigned char idx, char *server)</code>
参数	<code>unsigned char idx</code> : SNTP 服务器编号，最多支持 3 个 SNTP 服务器（0 ~ 2）；0 号为主服务器，1 号和 2 号为备用服务器。 <code>char *server</code> : 域名；用户需自行确保，传入的是合法 SNTP 服务器
返回	无

3.13.4. sntp_getservername

功能	查询 SNTP 服务器的域名，仅支持查询通过 <code>sntp_setservername</code> 设置的 SNTP 服务器
函数定义	<code>char * sntp_getservername(unsigned char idx)</code>
参数	<code>unsigned char idx</code> : SNTP 服务器编号，最多支持 3 个 SNTP 服务器（0 ~ 2）
返回	服务器域名

3.13.5. sntp_init

功能	SNTP 初始化
----	----------



函数定义	<code>void sntp_init(void)</code>
参数	无
返回	无

3.13.6. sntp_stop

功能	SNTP 关闭
函数定义	<code>void sntp_stop(void)</code>
参数	无
返回	无

3.13.7. sntp_get_current_timestamp

功能	查询当前距离基准时间 (1970.01.01 00: 00: 00 GMT + 8) 的时间戳，单位：秒
函数定义	<code>uint32 sntp_get_current_timestamp()</code>
参数	无
返回	距离基准时间的时间戳

3.13.8. sntp_get_real_time

功能	查询实际时间 (GMT + 8)
函数定义	<code>char* sntp_get_real_time(long t)</code>
参数	<code>long t</code> : 与基准时间相距的时间戳
返回	实际时间

3.13.9. sntp_set_timezone

功能	设置时区信息
注意	调用本接口前，请先调用 <code>sntp_stop</code>
函数定义	<code>bool sntp_set_timezone (sint8 timezone)</code>
参数	<code>sint8 timezone</code> : 时区值，参数范围：-11 ~ 13
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败
示例	<pre>sntp_stop(); if(true == sntp_set_timezone(-5)) { sntp_init(); }</pre>



3.13.10.sntp_get_timezone

功能	查询时区信息
函数定义	<code>sint8 sntp_get_timezone (void)</code>
参数	无
返回	时区值, 参数范围: -11 ~ 13

3.13.11.SNTP 示例

Step 1. enable sntp

```
ip_addr_t *addr = (ip_addr_t *)os_zalloc(sizeof(ip_addr_t));
sntp_setservername(0, "us.pool.ntp.org"); // set server 0 by domain name
sntp_setservername(1, "ntp.sjtu.edu.cn"); // set server 1 by domain name
ipaddr_aton("210.72.145.44", addr);
sntp_setserver(2, addr); // set server 2 by IP address
sntp_init();
os_free(addr);
```

Step 2. set a timer to check sntp timestamp

```
LOCAL os_timer_t sntp_timer;
os_timer_disarm(&sntp_timer);
os_timer_setfn(&sntp_timer, (os_timer_func_t *)user_check_sntp_stamp, NULL);
os_timer_arm(&sntp_timer, 100, 0);
```

Step 3. timer callback

```
void ICACHE_FLASH_ATTR user_check_sntp_stamp(void *arg){
    uint32 current_stamp;
    current_stamp = sntp_get_current_timestamp();
    if(current_stamp == 0){
        os_timer_arm(&sntp_timer, 100, 0);
    } else{
        os_timer_disarm(&sntp_timer);
        os_printf("sntp: %d, %s \n", current_stamp,
sntp_get_real_time(current_stamp));
    }
}
```



3.14. WPA2-Enterprise 接口

ESP8266 Station 接口支持连接到 WPA2_Enterprise 企业级加密的 AP。

WPA2_Enterprise 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/wpa2_enterprise.h`。

3.14.1. wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth

功能	<p>使能 WPA2_Enterprise 企业级加密的验证。</p> <ul style="list-style-type: none">• 连接 WPA2_Enterprise AP，需调用 <code>wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth(1)</code>；使能验证。• 之后如再需连接普通 AP，则需要先调用 <code>wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth(0)</code>；清除状态。
函数定义	<code>int wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth(int enable)</code>
参数	<p><code>int enable</code></p> <ul style="list-style-type: none">• 0：清除当前 WPA2_Enterprise 状态；• 非 0：使能 WPA2_Enterprise 企业级加密的验证。
返回	<p>0：成功</p> <p>其它：失败</p>

3.14.2. wifi_station_set_enterprise_cert_key

功能	<p>设置 ESP8266 Station 接口连接 WPA2_Enterprise AP 所需的用户证书及密钥，用于 EAP-TLS 认证。</p>
注意	<ul style="list-style-type: none">• 支持 WPA2-ENTERPRISE AP 需占用 26 KB 以上的内存，调用本接口时请注意内存是否足够。• 目前 WPA2-ENTERPRISE 只支持非加密的私钥文件和证书文件，且仅支持 PEM 格式<ul style="list-style-type: none">- 支持的证书文件头信息为：----- BEGIN CERTIFICATE ------ 支持的私钥文件头信息为：----- BEGIN RSA PRIVATE KEY -----或者 ----- BEGIN PRIVATE KEY -----• 请在连接 WPA2_Enterprise AP 之前调用本接口设置私钥文件和证书文件，在成功连接 AP 后先调用 <code>wifi_station_clear_enterprise_cert_key</code> 清除内部状态，应用层再释放私钥文件和证书文件信息。• 如果遇到加密的私钥文件，请使用 <code>openssl pkey</code> 命令改为非加密文件使用，或者使用 <code>openssl rsa</code> 等命令，对某些私钥文件进行加密-非加密的转换（或起始 TAG 转化）。
函数定义	<pre>int wifi_station_set_enterprise_cert_key(u8 *client_cert, int client_cert_len, u8 *private_key, int private_key_len, u8 *private_key_passwd, int private_key_passwd_len)</pre>



参数	<code>uint8 *client_cert</code> : 十六进制数组的证书指针
	<code>int client_cert_len</code> : 证书长度
	<code>uint8 *private_key</code> : 十六进制数组的私钥指针, 暂不支持超过 2048 的私钥
	<code>int private_key_len</code> : 私钥长度, 请勿超过 2048
	<code>uint8 *private_key_passwd</code> : 私钥的提取密码, 目前暂不支持, 请传入 NULL
	<code>int private_key_passwd_len</code> : 提取密码的长度, 目前暂不支持, 请传入 0
返回	0: 成功
	非 0: 失败
示例	假设私钥文件的信息为 ----- BEGIN PRIVATE KEY -----
	那么对应的数组为: <code>uint8 key[]={0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x2d, 0x42, 0x45, 0x47, 0x00}</code> ; 即各字符的 ASCII 码, 请注意, 数组必须添加 0x00 作为结尾。

3.14.3. wifi_station_clear_enterprise_cert_key

功能	释放连接 WPA2_Enterprise AP 使用用户证书和密钥所占用的资源, 并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_enterprise_cert_key (void)</code>
参数	无
返回	无

3.14.4. wifi_station_set_enterprise_ca_cert

功能	设置 ESP8266 Station 接口连接 WPA2_Enterprise AP 使用的根证书。EAP-TTLS/PEAP 认证方法可选对根证书进行验证。
函数定义	<code>int wifi_station_set_enterprise_ca_cert(u8 *ca_cert, int ca_cert_len)</code>
参数	• <code>u8 *ca_cert</code> : 十六进制数组的根证书指针
	• <code>int ca_cert_len</code> : 根证书长度
返回	0: 成功
	其它: 失败

3.14.5. wifi_station_clear_enterprise_ca_cert

功能	释放连接 WPA2_Enterprise AP 使用根证书占用的资源, 并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_enterprise_ca_cert (void)</code>
参数	无
返回	无

3.14.6. wifi_station_set_enterprise_username

功能	设置连接 WPA2_Enterprise AP 时, ESP8266 Station 的用户名。
----	--



注意	WPA2_Enterprise 企业级加密方法调用本接口设置用户身份， <ul style="list-style-type: none">对于 EAP-TTLS 以及 EAP-PEAP 认证必须设置，并且是用在了认证的第二阶段，只有认证服务器支持的用户身份才能通过认证。对于 EAP-TLS 认证方法则为可选项，即使没有设置用户名，也可以通过匿名的身份通过验证。
函数定义	<code>int wifi_station_set_enterprise_username (u8 *username, int len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *username</code>: 用户名称<code>int len</code>: 名称长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.14.7. wifi_station_clear_enterprise_username

功能	释放连接 WPA2_Enterprise AP 设置用户名占用的资源，并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_enterprise_username (void)</code>
参数	无
返回	无

3.14.8. wifi_station_set_enterprise_password

功能	设置用户密码，用于通过 EAP-TTLS/EAP-PEAP 认证方法。
函数定义	<code>int wifi_station_set_enterprise_password (u8 *password, int len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>u8 *password</code>: 用户密码<code>int len</code>: 密码长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.14.9. wifi_station_clear_enterprise_password

功能	释放连接 WPA2_Enterprise AP 设置密码占用的资源，并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_enterprise_password (void)</code>
参数	无
返回	无

3.14.10. wifi_station_set_enterprise_new_password

功能	设置新用户密码，针对 MSCHAPV2 方法。
函数定义	<code>int wifi_station_set_enterprise_new_password (u8 *new_password, int len)</code>



参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>u8 *new_password</code>: 新用户密码• <code>int len</code>: 密码长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败

3.14.11.wifi_station_clear_enterprise_new_password

功能	释放连接 WPA2_Enterprise AP 设置新用户密码占用的资源，并清除相关状态。
函数定义	<code>void wifi_station_clear_enterprise_new_password (void)</code>
参数	无
返回	无

3.14.12.wifi_station_set_enterprise_disable_time_check

功能	设置认证时，是否检查过期时间。默认情况下，认证过程中不检查过期时间。
函数定义	<code>void wifi_station_set_enterprise_disable_time_check(bool disable)</code> <code>bool disable</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>true</code>: 不检查过期时间• <code>false</code>: 检查过期时间，需调用 <code>wpa2_enterprise_set_user_get_time</code> 注册回调函数。
返回	无

3.14.13.wifi_station_get_enterprise_disable_time_check

功能	查询认证时，是否检查过期时间。
函数定义	<code>bool wifi_station_get_enterprise_disable_time_check (void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 不检查过期时间 <code>false</code> : 检查过期时间

3.14.14.wpa2_enterprise_set_user_get_time

功能	设置认证过程中从用户获得时间的回调函数。 需调用 <code>wifi_station_set_enterprise_disable_time_check(false)</code> ; 使能检查过期时间。
函数定义	<code>void wpa2_enterprise_set_user_get_time(get_time_func_t cb)</code>
参数	<code>get_time_func_t cb</code> : 回调函数
返回	无



示例

```
static int sys_get_current_time(struct os_time *t)
{
    t->sec = CURRENT_TIME;    // User set current time.
    return 0;
}

//Set Callback
wpa2_enterprise_set_user_get_time(sys_get_current_time);

//Enable Time check
wifi_station_set_enterprise_disable_time_check(false);
```

3.14.15.示例流程

如需连接 WPA2_Enterprise 加密的 AP，流程如下：

1. `wifi_station_set_config` 配置需连接的 AP 信息。
2. `wifi_station_set_wpa2_enterprise_auth(1)`；使能 WPA2_Enterprise 加密验证。
 - 2.1. 若为 EAP-TLS 认证，调用 `wifi_station_set_enterprise_cert_key` 设置证书和密钥。可选调用 `wifi_station_set_enterprise_username` 设置用户名。
 - 2.2. 若为 EAP-TTLS 或 EAP-PEAP 认证，调用 `wifi_station_set_enterprise_username` 以及 `wifi_station_set_enterprise_password`，设置用户名和密码。可选调用 `wifi_station_set_enterprise_ca_cert` 设置根证书。
3. `wifi_station_connect` 连接 AP。
4. 成功连接 AP 或连接 AP 失败并不再重试后，调用 `wifi_station_clear_enterprise_XXX` 对应接口释放资源。



4. TCP/UDP 接口

位于 `ESP8266_NONOS_SDK/include/espconn.h`。

网络相关接口可分为以下几类：

- **通用接口**：TCP 和 UDP 均可以调用的接口。
- **TCP APIs**：仅建立 TCP 连接时，使用的接口。
- **UDP APIs**：仅收发 UDP 包时，使用的接口。
- **mDNS APIs**：mDNS 相关接口。

4.1. 通用接口

4.1.1. espconn_delete

功能	删除传输连接。
注意	对应创建传输的接口如下： TCP: espconn_accept UDP: espconn_create
函数定义	<code>sint8 espconn_delete(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> ：对应网络传输的结构体
返回	<code>0</code> ：成功 其它：失败，返回错误码 <ul style="list-style-type: none">• <code>ESPCONN_ARG</code>：未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输• <code>ESPCONN_INPROGRESS</code>：参数 <code>espconn</code> 对应的网络连接仍未断开，请先调用 <code>espconn_disconnect</code> 断开连接，再进行删除。

4.1.2. espconn_gethostbyname

功能	DNS 功能
函数定义	<pre>err_t espconn_gethostbyname(struct espconn *pespconn, const char *hostname, ip_addr_t *addr, dns_found_callback found)</pre>



参数	<ul style="list-style-type: none"><code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络传输的结构体<code>const char *hostname</code>: 域名字符串的指针<code>ip_addr_t *addr</code>: IP 地址<code>dns_found_callback found</code>: DNS 回调函数
返回	<code>err_t</code> <ul style="list-style-type: none"><code>ESPCONN_OK</code>: 成功<code>ESPCONN_ISCONN</code>: 失败, 错误码含义: 已经连接<code>ESPCONN_ARG</code>: 失败, 错误码含义: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输
示例	请参考 <i>IoT_Demo</i> : <pre>ip_addr_t esp_server_ip; LOCAL void ICACHE_FLASH_ATTR user_esp_platform_dns_found(const char *name, ip_addr_t *ipaddr, void *arg) { struct espconn *pespconn = (struct espconn *)arg; if (ipaddr != NULL) os_printf(user_esp_platform_dns_found %d.%d.%d.%d/n, *((uint8 *)&ipaddr->addr), *((uint8 *)&ipaddr->addr + 1), *((uint8 *)&ipaddr->addr + 2), *((uint8 *)&ipaddr->addr + 3)); } void dns_test(void) { espconn_gethostbyname(pespconn, "iot.espressif.cn", &esp_server_ip, user_esp_platform_dns_found); }</pre>

4.1.3. espconn_port

功能	获取 ESP8266 可用的端口
函数定义	<code>uint32 espconn_port(void)</code>
参数	无
返回	端口号

4.1.4. espconn_regist_sentcb

功能	注册网络数据发送成功的回调函数
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_sentcb(struct espconn *espconn, espconn_sent_callback sent_cb)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络传输的结构体 <code>espconn_connect_callback connect_cb</code> : 成功接收网络数据的回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输



4.1.5. espconn_regist_recvcb

功能	注册成功接收网络数据的回调函数
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_recvcb(struct espconn *espconn, espconn_recv_callback recv_cb)</pre>
参数	<p><code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络传输的结构体</p> <p><code>espconn_connect_callback connect_cb</code>: 成功接收网络数据的回调函数</p>
返回	<p>0: 成功</p> <p>其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输</p>

4.1.6. espconn_sent_callback

功能	网络数据发送成功的回调函数, 由 <code>espconn_regist_sentcb</code> 注册
函数定义	<pre>void espconn_sent_callback (void *arg)</pre>
参数	<p><code>void *arg</code>: 回调函数的参数, 网络传输的结构体 <code>espconn</code> 指针。</p> <p>注意, 本指针为底层维护的指针, 不同回调传入的指针地址可能不一样, 请勿依此判断网络连接。可根据 <code>espconn</code> 结构体中的 <code>remote_ip</code>, <code>remote_port</code> 判断多连接中的不同网络传输。</p>
返回	无

4.1.7. espconn_recv_callback

功能	成功接收网络数据的回调函数, 由 <code>espconn_regist_recvcb</code> 注册
函数定义	<pre>void espconn_recv_callback (void *arg, char *pdata, unsigned short len)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>void *arg</code>: 回调函数的参数, 网络传输结构体 <code>espconn</code> 指针。注意, 本指针为底层维护的指针, 不同回调传入的指针地址可能不一样, 请勿依此判断网络连接。可根据 <code>espconn</code> 结构体中的 <code>remote_ip</code>、<code>remote_port</code> 判断多连接中的不同网络传输。<code>char *pdata</code>: 接收到的数据<code>unsigned short len</code>: 接收到的数据长度
返回	无

4.1.8. espconn_get_connection_info

功能	查询某个 TCP 连接或者 UDP 传输的远端信息。一般在 <code>espconn_recv_callback</code> 中调用。
函数定义	<pre>sint8 espconn_get_connection_info(struct espconn *espconn, remot_info **pcon_info, uint8 typeflags)</pre>



参数	<ul style="list-style-type: none"><code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体<code>remot_info **pcon_info</code>: 连接 client 信息<code>uint8 typeflags</code><ul style="list-style-type: none">0: 正常 server1: SSL server
返回	0: 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接
示例	<pre>void user_udp_rcv_cb(void *arg, char *pusrdata, unsigned short length) { struct espconn *pesp_conn = arg; remot_info *premot = NULL; if (espconn_get_connection_info(pesp_conn, &premot, 0) == ESPCONN_OK){ pesp_conn->proto.tcp->remote_port = premot->remote_port; pesp_conn->proto.tcp->remote_ip[0] = premot->remote_ip[0]; pesp_conn->proto.tcp->remote_ip[1] = premot->remote_ip[1]; pesp_conn->proto.tcp->remote_ip[2] = premot->remote_ip[2]; pesp_conn->proto.tcp->remote_ip[3] = premot->remote_ip[3]; espconn_sent(pesp_conn, pusrdata, os_strlen(pusrdata)); } }</pre>

4.1.9. espconn_send

功能	通过 WiFi 发送数据
注意	<ul style="list-style-type: none">一般情况, 请在前一包数据发送成功, 进入 <code>espconn_sent_callback</code> 后, 再调用 <code>espconn_send</code> 发送下一包数据。如果是 UDP 传输, 请在每次调用 <code>espconn_send</code> 前, 设置 <code>espconn->proto.udp->remote_ip</code> 和 <code>remote_port</code> 参数, 因为 UDP 无连接, 远端信息可能被更改。
函数定义	<pre>sint8 espconn_send(struct espconn *espconn, uint8 *psent, uint16 length)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络传输的结构体 <code>uint8 *psent</code> : 发送的数据 <code>uint16 length</code> : 发送的数据长度



返回	0: 成功
	其它: 失败, 返回错误码
	<ul style="list-style-type: none">• ESPCONN_ARG: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输• ESPCONN_MEM: 空间不足• ESPCONN_MAXNUM: 底层发包缓存已满, 发包失败• ESPCONN_IF: UDP 发包失败

4.1.10. espconn_send

`[@deprecated]` 本接口不建议使用, 建议使用 `espconn_send` 代替。

功能	通过 WiFi 发送数据
注意	<ul style="list-style-type: none">• 一般情况, 请在前一包数据发送成功, 进入 <code>espconn_sent_callback</code> 后, 再调用 <code>espconn_send</code> 发送下一包数据。• 如果是 UDP 传输, 请在每次调用 <code>espconn_send</code> 前, 设置 <code>espconn->proto.udp->remote_ip</code> 和 <code>remote_port</code> 参数, 因为 UDP 无连接, 远端信息可能被更改。
函数定义	<pre>sint8 espconn_send(struct espconn *espconn, uint8 *psent, uint16 length)</pre>
参数	<p><code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络传输的结构体</p> <p><code>uint8 *psent</code>: 发送的数据</p> <p><code>uint16 length</code>: 发送的数据长度</p>
返回	0: 成功
	其它: 失败, 返回错误码
	<ul style="list-style-type: none">• ESPCONN_ARG: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的网络传输• ESPCONN_MEM: 空间不足• ESPCONN_MAXNUM: 底层发包缓存已满, 发包失败• ESPCONN_IF: UDP 发包失败



4.2. TCP 接口

TCP 接口仅用于 TCP 连接，请勿用于 UDP 传输。

4.2.1. espconn_accept

功能	创建 TCP server，建立侦听
函数定义	<code>sint8 espconn_accept(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> ：对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> ：成功 其它：失败，返回错误码 <ul style="list-style-type: none"><code>ESPCONN_ARG</code>：未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接<code>ESPCONN_MEM</code>：空间不足<code>ESPCONN_ISCONN</code>：连接已经建立

4.2.2. espconn_regist_time

功能	注册 ESP8266 TCP server 超时时间，时间值仅作参考，并不精确。
注意	<ul style="list-style-type: none">请在 <code>espconn_accept</code> 之后，连接未建立之前，调用本接口。本接口不能用于 SSL 连接。如果超时时间设置为 0，ESP8266 TCP server 将始终不会断开已经不与它通信的 TCP client，不建议这样使用。
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_time(struct espconn *espconn, uint32 interval, uint8 type_flag)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>struct espconn *espconn</code>：对应网络连接的结构体<code>uint32 interval</code>：超时时间，单位：秒，最大值：7200 秒<code>uint8 type_flag</code><ul style="list-style-type: none"><code>0</code>：对所有 TCP 连接生效<code>1</code>：仅对某一 TCP 连接生效
返回	<code>0</code> ：成功 其它：失败，返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> ：未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.3. espconn_connect

功能	连接 TCP server（ESP8266 作为 TCP client）。
注意	<ul style="list-style-type: none">如果 <code>espconn_connect</code> 失败，返回非零值，连接未建立，不会进入任何 <code>espconn</code> callback。建议使用 <code>espconn_port</code> 接口，设置一个可用的端口号。
函数定义	<code>sint8 espconn_connect(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> ：对应网络连接的结构体



返回	0: 成功
	其它: 失败, 返回错误码 <ul style="list-style-type: none">• <code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接• <code>ESPCONN_MEM</code>: 空间不足• <code>ESPCONN_ISCONN</code>: 连接已经建立• <code>ESPCONN_RTE</code>: 路由异常

4.2.4. `espconn_regist_connectcb`

功能	注册 TCP 连接成功建立后的回调函数。
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_connectcb(struct espconn *espconn, espconn_connect_callback connect_cb)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>espconn_connect_callback connect_cb</code>: 成功建立 TCP 连接后的回调函数
返回	0: 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.5. `espconn_connect_callback`

功能	成功建立 TCP 连接的回调函数, 由 <code>espconn_regist_connectcb</code> 注册。ESP8266 作为 TCP server 侦听到 TCP client 连入; 或者 ESP8266 作为 TCP client 成功与 TCP server 建立连接。
函数定义	<pre>void espconn_connect_callback (void *arg)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>void *arg</code>: 回调函数的参数, 对应网络连接的结构体 <code>espconn</code> 指针。• 注意, 本指针为底层维护的指针, 不同回调传入的指针地址可能不一样, 请勿依此判断网络连接。可根据 <code>espconn</code> 结构体中的 <code>remote_ip</code>, <code>remote_port</code> 判断多连接中的不同网络传输。
返回	无

4.2.6. `espconn_set_opt`

功能	设置 TCP 连接的相关配置, 对应清除配置标志位的接口为 <code>espconn_clear_opt</code>
注意	<ul style="list-style-type: none">• SSL 连接不支持使用本接口• 一般情况下, 无需调用本接口; 如需设置 <code>espconn_set_opt</code> 请在 <code>espconn_connect_callback</code> 中调用
函数定义	<pre>sint8 espconn_set_opt(struct espconn *espconn, uint8 opt)</pre>



参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>uint8 opt</code>: TCP 连接的相关配置, 参考 <code>espconn_option</code><ul style="list-style-type: none">- bit 0: 1, TCP 连接断开时, 及时释放内存, 无需等待 2 分钟才释放占用内存;- bit 1: 1, 关闭 TCP 数据传输时的 nagle 算法;- bit 2: 1, 使能 write finish callback, 进入此回调表示 <code>espconn_send</code> 要发送的数据已经写入 2920 字节的 write buffer 等待发送或已经发送;- bit 3: 1, 使能 keep alive;
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.7. espconn_clear_opt

功能	清除 TCP 连接的相关配置
函数定义	<pre>sint8 espconn_clear_opt(struct espconn *espconn, uint8 opt)</pre>
结构体	<pre>enum espconn_option{ ESPCONN_START = 0x00, ESPCONN_REUSEADDR = 0x01, ESPCONN_NODELAY = 0x02, ESPCONN_COPY = 0x04, ESPCONN_KEEPAIVE = 0x08, ESPCONN_END }</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>uint8 opt</code>: 清除 TCP 连接的相关配置, 参考 <code>espconn_option</code>
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.8. espconn_set_keepalive

功能	设置 TCP keep alive 的参数
注意	<ul style="list-style-type: none">• 一般情况下, 不需要调用本接口• 如果设置, 请在 <code>espconn_connect_callback</code> 中调用, 并先设置 <code>espconn_set_opt</code> 使能 keep alive
函数定义	<pre>sint8 espconn_set_keepalive(struct espconn *espconn, uint8 level, void* optarg)</pre>



结构体	<pre>enum espconn_level{ ESPCONN_KEEPIDLE, ESPCONN_KEEPINTVL, ESPCONN_KEEPCNT }</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>uint8 level</code>: 默认设置为每隔 <code>ESPCONN_KEEPIDLE</code> 时长进行一次 keep alive 探查, 如果报文无响应, 则每隔 <code>ESPCONN_KEEPINTVL</code> 时长探查一次, 最多探查 <code>ESPCONN_KEEPCNT</code> 次; 若始终无响应, 则认为网络连接断开, 释放本地连接相关资源, 进入 <code>espconn_reconnect_callback</code>。注意, 时间间隔设置并不可靠精准, 仅供参考, 受其他高优先级任务执行的影响。参数说明如下:<ul style="list-style-type: none">- <code>ESPCONN_KEEPIDLE</code>: 设置进行 keep alive 探查的时间间隔, 单位: 秒- <code>ESPCONN_KEEPINTVL</code>: keep alive 探查过程中, 报文的时间间隔, 单位: 秒- <code>ESPCONN_KEEPCNT</code>: 每次 keep alive 探查, 发送报文的最大次数• <code>void* optarg</code>: 设置参数值
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.9. espconn_get_keepalive

功能	查询 TCP keep alive 的参数
函数定义	<code>sint8 espconn_set_keepalive(struct espconn *espconn, uint8 level, void* optarg)</code>
结构体	<pre>enum espconn_level{ ESPCONN_KEEPIDLE, ESPCONN_KEEPINTVL, ESPCONN_KEEPCNT }</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>uint8 level</code><ul style="list-style-type: none">- <code>ESPCONN_KEEPIDLE</code>: 设置进行 keep alive 探查的时间间隔, 单位: 秒- <code>ESPCONN_KEEPINTVL</code>: keep alive 探查过程中, 报文的时间间隔, 单位: 秒- <code>ESPCONN_KEEPCNT</code>: 每次 keep alive 探查, 发送报文的最大次数• <code>void* optarg</code>: 设置参数值
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.10. espconn_reconnect_callback

功能	TCP 连接异常断开时的回调函数, 相当于出错处理回调, 由 <code>espconn_regist_reconcb</code> 注册。
函数定义	<code>void espconn_reconnect_callback (void *arg, sint8 err)</code>



参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>void *arg</code>: 回调函数的参数, 对应网络连接的结构体 <code>espconn</code> 指针。注意, 本指针为底层维护的指针, 不同回调传入的指针地址可能不一样, 请勿依此判断网络连接。可根据 <code>espconn</code> 结构体中的 <code>remote_ip</code>、<code>remote_port</code> 判断多连接中的不同网络传输。• <code>sint8 err</code>: 异常断开的错误码。<ul style="list-style-type: none">- <code>ESCONN_TIMEOUT</code>: 超时出错断开- <code>ESCONN_ABRT</code>: TCP 连接异常断开- <code>ESCONN_RST</code>: TCP 连接复位断开- <code>ESCONN_CLSD</code>: TCP 连接在断开过程中出错, 异常断开- <code>ESCONN_CONN</code>: TCP 未连接成功- <code>ESCONN_HANDSHAKE</code>: TCP SSL 握手失败- <code>ESCONN_PROTO_MSG</code>: SSL 应用数据处理异常
返回	无

4.2.11. espconn_regist_reconcb

功能	注册 TCP 连接发生异常断开时的回调函数, 可以在回调函数中进行重连。
注意	<code>espconn_reconnect_callback</code> 功能类似于出错处理回调, 任何阶段出错时, 均会进入此回调。例如, <code>espconn_sent</code> 失败, 则认为网络连接异常, 也会进入 <code>espconn_reconnect_callback</code> ; 用户可在 <code>espconn_reconnect_callback</code> 中自行定义出错处理。
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_reconcb(struct espconn *espconn, espconn_reconnect_callback recon_cb)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体• <code>espconn_reconnect_callback recon_cb</code>: 回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.12. espconn_disconnect

功能	断开 TCP 连接
注意	请勿在 <code>espconn</code> 的任何 callback 中调用本接口断开连接。如有需要, 可以在 callback 中使用任务触发调用本接口断开连接。
函数定义	<pre>sint8 espconn_disconnect(struct espconn *espconn)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接



4.2.13. espconn_regist_disconcb

功能	注册 TCP 连接正常断开成功的回调函数
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_disconcb(struct espconn *espconn, espconn_connect_callback discon_cb)</pre>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>struct espconn *espconn</code>: 对应网络连接的结构体<code>espconn_connect_callback connect_cb</code>: 回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.14. espconn_abort

功能	强制断开 TCP 连接
注意	请勿在 <code>espconn</code> 的任何 callback 中调用本接口断开连接。如有需要, 可以在 callback 中使用任务触发调用本接口断开连接。
函数定义	<pre>sint8 espconn_abort(struct espconn *espconn)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.15. espconn_regist_write_finish

功能	注册所有需发送的数据均成功写入 write buffer 后的回调函数。 请先调用 <code>espconn_set_opt</code> 使能 write buffer。
注意	<ul style="list-style-type: none">本接口不能用于 SSL 连接。write buffer 用于缓存 <code>espconn_send</code> 将发送的数据, 最多缓存 8 包数据, write buffer 的容量为 2920 字节。由 <code>espconn_set_opt</code> 设置使能 <code>write_finish_callback</code> 回调。对发送速度有要求时, 可以在 <code>write_finish_callback</code> 中调用 <code>espconn_send</code> 发送下一包, 无需等到 <code>espconn_sent_callback</code>
函数定义	<pre>sint8 espconn_regist_write_finish (struct espconn *espconn, espconn_connect_callback write_finish_fn)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体 <code>espconn_connect_callback write_finish_fn</code> : 回调函数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接



4.2.16. espconn_tcp_get_max_con

功能	查询允许的 TCP 最大连接数。
函数定义	<code>uint8 espconn_tcp_get_max_con(void)</code>
参数	无
返回	允许的 TCP 最大连接数

4.2.17. espconn_tcp_set_max_con

功能	设置允许的 TCP 最大连接数。在内存足够的情况下，建议不超过 10。默认值为 5。
函数定义	<code>sint8 espconn_tcp_set_max_con(uint8 num)</code>
参数	<code>uint8 num</code> : 允许的 TCP 最大连接数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败，返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.18. espconn_tcp_get_max_con_allow

功能	查询 ESP8266 某个 TCP server 最多允许连接的 TCP client 数目
函数定义	<code>sint8 espconn_tcp_get_max_con_allow(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应 TCP server 的结构体
返回	<code>>0</code> : 最多允许连接的 TCP client 数目 <code><0</code> : 失败，返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.19. espconn_tcp_set_max_con_allow

功能	设置 ESP8266 某个 TCP server 最多允许连接的 TCP client 数目
函数定义	<code>sint8 espconn_tcp_set_max_con_allow(struct espconn *espconn, uint8 num)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应 TCP server 的结构体 <code>uint8 num</code> : 允许的 TCP 最大连接数
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败，返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.20. espconn_recv_hold

功能	阻塞 TCP 接收数据
注意	调用本接口会逐渐减小 TCP 的窗口，并不是即时阻塞，因此建议预留 1460*5 字节左右的空间时候调用，且本接口可以反复调用。
函数定义	<code>sint8 espconn_recv_hold(struct espconn *espconn)</code>



参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.21. espconn_recv_unhold

功能	解除 TCP 收包阻塞, 即对应的阻塞接口 <code>espconn_recv_hold</code>
注意	本接口实时生效。
函数定义	<code>sint8 espconn_recv_unhold(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 TCP 连接

4.2.22. espconn_secure_accept

功能	创建 SSL server, 侦听 SSL 握手
注意	<ul style="list-style-type: none">• 目前仅支持建立一个 SSL server, 本接口只能调用一次, 并且仅支持连入一个 SSL client。• 如果 SSL 加密一包数据大于 <code>espconn_secure_set_size</code> 设置的缓存空间, ESP8266 无法处理, SSL 连接断开, 进入 <code>espconn_reconnect_callback</code>。• SSL 相关接口与普通 TCP 接口底层处理不一致, 请不要混用。SSL 连接时, 仅支持使用 <code>espconn_secure_XXX</code> 系列接口和 <code>espconn_regist_XXXcb</code> 系列注册回调函数的接口, 以及 <code>espconn_port</code> 获得一个空闲端口。• 如需创建 SSL server, 必须先调用 <code>espconn_secure_set_default_certificate</code> 和 <code>espconn_secure_set_default_private_key</code> 传入证书和密钥。
函数定义	<code>sint8 espconn_secure_accept(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <ul style="list-style-type: none">• <code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 SSL 连接• <code>ESPCONN_MEM</code>: 空间不足• <code>ESPCONN_ISCONN</code>: 连接已经建立

4.2.23. espconn_secure_delete

功能	删除 ESP8266 作为 SSL server 的连接。
函数定义	<code>sint8 espconn_secure_delete(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体



返回	0: 成功
	其它: 失败, 返回错误码 <ul style="list-style-type: none">• <code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 SSL 连接• <code>ESPCONN_INPROGRESS</code>: 参数 <code>espconn</code> 对应的 SSL 连接仍未断开, 请先调用 <code>espconn_secure_disconnect</code> 断开连接, 再进行删除。

4.2.24. espconn_secure_set_size

功能	设置加密 (SSL) 数据缓存空间的大小
注意	默认缓存大小为 2KB; 如需更改, 请在加密 (SSL) 连接建立前调用: 在 <code>espconn_secure_accept</code> (ESP8266 作为 SSL server) 之前调用; 或者 <code>espconn_secure_connect</code> (ESP8266 作为 SSL client) 之前调用
函数定义	<code>bool espconn_secure_set_size (uint8 level, uint16 size)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 level</code>: 设置 ESP8266 SSL server/client<ul style="list-style-type: none">- <code>0x01</code>: SSL client- <code>0x02</code>: SSL server- <code>0x03</code>: SSL client 和 SSL server• <code>uint16 size</code>: 加密数据缓存的空间大小, 取值范围: 1 ~ 8192, 单位: 字节, 默认值为 2048
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.25. espconn_secure_get_size

功能	查询加密 (SSL) 数据缓存空间的大小
函数定义	<code>sint16 espconn_secure_get_size (uint8 level)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>uint8 level</code>: 设置 ESP8266 SSL server/client<ul style="list-style-type: none">- <code>0x01</code>: SSL client- <code>0x02</code>: SSL server- <code>0x03</code>: SSL client 和 SSL server
返回	加密 (SSL) 数据缓存空间的大小



4.2.26. espconn_secure_connect

功能	加密 (SSL) 连接到 TCP SSL server (ESP8266 作为 TCP SSL client)
注意	<ul style="list-style-type: none">如果 <code>espconn_secure_connect</code> 失败, 返回非零值, 连接未建立, 不会进入任何 <code>espconn</code> callback。目前 ESP8266 作为 SSL client 仅支持一个连接, 本接口只能调用一次, 或者调用 <code>espconn_secure_disconnect</code> 断开前一次连接, 才可以再次调用本接口建立 SSL 连接;如果 SSL 加密一包数据大于 <code>espconn_secure_set_size</code> 设置的缓存空间, ESP8266 无法处理, SSL 连接断开, 进入 <code>espconn_reconnect_callback</code>SSL 相关接口与普通 TCP 接口底层处理不一致, 请不要混用。SSL 连接时, 仅支持使用 <code>espconn_secure_XXX</code> 系列接口和 <code>espconn_regist_XXXcb</code> 系列注册回调函数的接口, 以及 <code>espconn_port</code> 获得一个空闲端口。
函数定义	<code>sint8 espconn_secure_connect (struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <ul style="list-style-type: none"><code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 SSL 连接<code>ESPCONN_MEM</code>: 空间不足<code>ESPCONN_ISCONN</code>: 连接已经建立

4.2.27. espconn_secure_send

功能	发送加密数据 (SSL)
注意	<ul style="list-style-type: none">请在上一包数据发送完成, 进入 <code>espconn_sent_callback</code> 后, 再发下一包数据。每一包数据明文的上限值为 1024 字节, 加密后的报文上限值是 1460 字节。
函数定义	<pre>sint8 espconn_secure_send (struct espconn *espconn, uint8 *psent, uint16 length)</pre>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体 <code>uint8 *psent</code> : 发送的数据 <code>uint16 length</code> : 发送的数据长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_ARG</code> : 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 SSL 连接



4.2.28. espconn_secure_sent

[@deprecated] 本接口不建议使用，建议使用 [espconn_secure_send](#) 代替。

功能	发送加密数据 (SSL)
注意	<ul style="list-style-type: none">请在上一包数据发送完成，进入 espconn_sent_callback 后，再发下一包数据。每一包数据明文的上限值为 1024 字节，加密后的报文上限值是 1460 字节。
函数定义	<pre>sint8 espconn_secure_sent (struct espconn *espconn, uint8 *psent, uint16 length)</pre>
参数	<p>struct espconn *espconn: 对应网络连接的结构体</p> <p>uint8 *psent: 发送的数据</p> <p>uint16 length: 发送的数据长度</p>
返回	<p>0: 成功</p> <p>其它: 失败，返回错误码 ESPCONN_ARG: 未找到参数 espconn 对应的 SSL 连接</p>

4.2.29. espconn_secure_disconnect

功能	断开加密连接 (SSL)
注意	请勿在 espconn 的任何 callback 中调用本接口断开连接。如有需要，可以在 callback 中使用任务触发调用本接口断开连接。
函数定义	<pre>sint8 espconn_secure_disconnect(struct espconn *espconn)</pre>
参数	<p>struct espconn *espconn: 对应网络连接的结构体</p>
返回	<p>0: 成功</p> <p>其它: 失败，返回错误码 ESPCONN_ARG: 未找到参数 espconn 对应的 SSL 连接</p>

4.2.30. espconn_secure_ca_enable

功能	开启 SSL CA 认证功能
注意	<ul style="list-style-type: none">CA 认证功能，默认关闭，详细介绍可参考文档 ESP8266 SSL 加密使用手册。如需调用本接口，请在加密 (SSL) 连接建立前调用：<ul style="list-style-type: none">在 espconn_secure_accept (ESP8266 作为 SSL server) 之前调用；或者 espconn_secure_connect (ESP8266 作为 SSL client) 之前调用
函数定义	<pre>bool espconn_secure_ca_enable (uint8 level, uint32 flash_sector)</pre>



参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 level</code>: 设置 ESP8266 SSL server/client<ul style="list-style-type: none"><code>0x01</code>: SSL client<code>0x02</code>: SSL server<code>0x03</code>: SSL client 和 SSL server<code>uint32 flash_sector</code>: 设置 CA 证书 <code>esp_ca_cert.bin</code> 烧录到 Flash 的位置。例如, 参数传入 <code>0x3B</code>, 则对应烧录到 Flash <code>0x7B000</code>
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.31. espconn_secure_ca_disable

功能	关闭 SSL CA 认证功能
注意	<ul style="list-style-type: none">CA 认证功能, 默认关闭, 详细介绍可参考文档 ESP8266 SSL 加密使用手册。如需调用本接口, 请在加密 (SSL) 连接建立前调用:<ul style="list-style-type: none">在 <code>espconn_secure_accept</code> (ESP8266 作为 SSL server) 之前调用;或者 <code>espconn_secure_connect</code> (ESP8266 作为 SSL client) 之前调用
函数定义	<code>bool espconn_secure_ca_disable (uint8 level)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 level</code>: 设置 ESP8266 SSL server/client<ul style="list-style-type: none"><code>0x01</code>: SSL client<code>0x02</code>: SSL server<code>0x03</code>: SSL client 和 SSL server
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.32. espconn_secure_cert_req_enable

功能	使能 ESP8266 作为 SSL client 时的证书认证功能
注意	<ul style="list-style-type: none">证书认证功能, 默认关闭。如果服务器端不要求认证证书, 则无需调用本接口。如需调用本接口, 请在 <code>espconn_secure_connect</code> 之前调用。
函数定义	<code>bool espconn_secure_cert_req_enable (uint8 level, uint32 flash_sector)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none"><code>uint8 level</code>: 仅支持设置为 <code>0x01</code> ESP8266 作为 SSL client<code>uint32 flash_sector</code>: 设置密钥 <code>esp_cert_private_key.bin</code> 烧录到 Flash 的位置, 例如, 参数传入 <code>0x7A</code>, 则对应烧录到 Flash <code>0x7A000</code>。请注意, 不要覆盖了代码或系统参数区域。
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.33. espconn_secure_cert_req_disable

功能	关闭 ESP8266 作为 SSL client 时的证书认证功能
----	-----------------------------------



注意	证书认证功能，默认关闭。
函数定义	<code>bool espconn_secure_ca_disable (uint8 level)</code>
参数	<code>uint8 level</code> : 仅支持设置为 <code>0x01</code> ESP8266 作为 SSL client
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.34. espconn_secure_set_default_certificate

功能	设置 ESP8266 作为 SSL server 时的证书
注意	<ul style="list-style-type: none">• <i>ESP8266_NONOS_SDK/examples/IoT_Demo</i> 中提供使用示例• 本接口必须在 <code>espconn_secure_accept</code> 之前调用，传入证书信息
函数定义	<code>bool espconn_secure_set_default_certificate (const uint8_t* certificate, uint16_t length)</code>
参数	<code>const uint8_t* certificate</code> : 证书指针 <code>uint16_t length</code> : 证书长度
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

4.2.35. espconn_secure_set_default_private_key

功能	设置 ESP8266 作为 SSL server 时的密钥
注意	<ul style="list-style-type: none">• <i>ESP8266_NONOS_SDK/examples/IoT_Demo</i> 中提供使用示例• 本接口必须在 <code>espconn_secure_accept</code> 之前调用，传入密钥信息
函数定义	<code>bool espconn_secure_set_default_private_key (const uint8_t* key, uint16_t length)</code>
参数	<code>const uint8_t* key</code> : 密钥指针 <code>uint16_t length</code> : 密钥长度
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



4.3. UDP 接口

4.3.1. espconn_create

功能	建立 UDP 传输。
注意	请注意设置 <code>remote_ip</code> 和 <code>remote_port</code> 参数，请勿设置为 0。
函数定义	<code>sin8 espconn_create(struct espconn *espconn)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败，返回错误码 <ul style="list-style-type: none"><code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 UDP 连接<code>ESPCONN_MEM</code>: 空间不足<code>ESPCONN_ISCONN</code>: 连接已经建立

4.3.2. espconn_sendto

功能	UDP 发包接口
函数定义	<code>sin16 espconn_sendto(struct espconn *espconn, uint8 *psent, uint16 length)</code>
参数	<code>struct espconn *espconn</code> : 对应网络连接的结构体 <code>uint8 *psent</code> : 待发送的数据 <code>uint16 length</code> : 发送的数据长度
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败，返回错误码 <ul style="list-style-type: none"><code>ESPCONN_ARG</code>: 未找到参数 <code>espconn</code> 对应的 UDP 传输<code>ESPCONN_MEM</code>: 空间不足<code>ESPCONN_IF</code>: UDP 发包失败

4.3.3. espconn_igmp_join

功能	加入多播组
注意	请在 ESP8266 Station 已连入路由的情况下调用。
函数定义	<code>sin8 espconn_igmp_join(ip_addr_t *host_ip, ip_addr_t *multicast_ip)</code>
参数	<code>ip_addr_t *host_ip</code> : 主机 IP <code>ip_addr_t *multicast_ip</code> : 多播组 IP
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败，返回错误码 <code>ESPCONN_MEM</code> : 空间不足



4.3.4. espconn_igmp_leave

功能	退出多播组
函数定义	<code>sint8 espconn_igmp_leave(ip_addr_t *host_ip, ip_addr_t *multicast_ip)</code>
参数	<code>ip_addr_t *host_ip</code> : 主机 IP <code>ip_addr_t *multicast_ip</code> : 多播组 IP
返回	<code>0</code> : 成功 其它: 失败, 返回错误码 <code>ESPCONN_MEM</code> : 空间不足

4.3.5. espconn_dns_setserver

功能	设置默认 DNS server
注意	本接口必须在 ESP8266 DHCP client 关闭 <code>wifi_station_dhcpc_stop</code> 的情况下使用。
函数定义	<code>void espconn_dns_setserver(uint8 numdns, ip_addr_t *dnsserver)</code>
参数	<code>uint8 numdns</code> : DNS server ID, 支持设置两个 DNS server, ID 分别为 0 和 1 <code>ip_addr_t *dnsserver</code> : DNS server IP
返回	无

4.3.6. espconn_dns_getserver

功能	查询 DNS server IP
函数定义	<code>ip_addr_t espconn_dns_getserver(uint8 numdns)</code>
参数	<code>uint8 numdns</code> : DNS server ID, 支持传入 0 或 1
返回	DNS server IP



4.4. mDNS 接口

4.4.1. espconn_mdns_init

功能	mDNS 初始化
注意	<ul style="list-style-type: none">若为 SoftAP+Station 模式，请先调用 <code>wifi_set_broadcast_if(STATIONAP_MODE);</code>若使用 ESP8266 Station 接口，请获得 IP 后，再调用本接口初始化 mDNS<code>txt_data</code> 必须为 <code>key = value</code> 的形式
结构体	<pre>struct mdns_info{ char *host_name; char *server_name; uint16 server_port; unsigned long ipAddr; char *txt_data[10]; };</pre>
函数定义	<code>void espconn_mdns_init(struct mdns_info *info)</code>
参数	<code>struct mdns_info *info</code> : mDNS 结构体
返回	无

4.4.2. espconn_mdns_close

功能	关闭 mDNS，对应开启 mDNS 的 API: <code>espconn_mdns_init</code>
函数定义	<code>void espconn_mdns_close(void)</code>
参数	无
返回	无

4.4.3. espconn_mdns_server_register

功能	注册 mDNS 服务器
函数定义	<code>void espconn_mdns_server_register(void)</code>
参数	无
返回	无



4.4.4. espconn_mdns_server_unregister

功能	注销 mDNS 服务器
函数定义	<code>void espconn_mdns_server_unregister(void)</code>
参数	无
返回	无

4.4.5. espconn_mdns_get_servername

功能	查询 mDNS 服务器名称
函数定义	<code>char* espconn_mdns_get_servername(void)</code>
参数	无
返回	服务器名称

4.4.6. espconn_mdns_set_servername

功能	设置 mDNS 服务器名称
函数定义	<code>void espconn_mdns_set_servername(const char *name)</code>
参数	<code>const char *name</code> : 服务器名称
返回	无

4.4.7. espconn_mdns_set_hostname

功能	设置 mDNS 主机名称
函数定义	<code>void espconn_mdns_set_hostname(char *name)</code>
参数	<code>char *name</code> : 主机名称
返回	无

4.4.8. espconn_mdns_get_hostname

功能	查询 mDNS 主机名称
函数定义	<code>char* espconn_mdns_get_hostname(void)</code>
参数	无
返回	主机名称



4.4.9. espconn_mdns_disable

功能	去能 mDNS, 对应使能 API: espconn_mdns_enable
函数定义	<code>void espconn_mdns_disable(void)</code>
参数	无
返回	无

4.4.10. espconn_mdns_enable

功能	使能 mDNS
函数定义	<code>void espconn_mdns_enable(void)</code>
参数	无
返回	无

4.4.11. mDNS 示例

定义 mDNS 信息时, 请注意 `host_name` 和 `server_name` 不能包含特殊字符 (例如“.”符号), 或者协议名称 (例如不能定义为“http”)。

```
struct mdns_info info;
void user_mdns_config()
{
    struct ip_info ipconfig;
    wifi_get_ip_info(STATION_IF, &ipconfig);
    info->host_name = "espressif";
    info->ipAddr = ipconfig.ip.addr; //ESP8266 station IP
    info->server_name = "iot";
    info->server_port = 8080;
    info->txt_data[0] = "version = now";
    info->txt_data[1] = "user1 = data1";
    info->txt_data[2] = "user2 = data2";
    espconn_mdns_init(&info);
}
```



5. 应用相关接口

5.1. AT 接口

AT 接口位于 `/ESP8266_NONOS_SDK/include/at_custom.h`。

AT 接口的使用示例，请参考 `ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c`。

5.1.1. at_response_ok

功能	AT 串口 (UART0) 输出 <code>OK</code>
函数定义	<code>void at_response_ok(void)</code>
参数	无
返回	无

5.1.2. at_response_error

功能	AT 串口 (UART0) 输出 <code>ERROR</code>
函数定义	<code>void at_response_error(void)</code>
参数	无
返回	无

5.1.3. at_cmd_array_regist

功能	注册用户自定义的 AT 指令。请仅调用一次，将所有用户自定义 AT 指令一并注册。
函数定义	<pre>void at_cmd_array_regist (at_function * custom_at_cmd_array, uint32 cmd_num)</pre>
参数	<code>at_function * custom_at_cmd_array</code> : 用户自定义的 AT 指令数组 <code>uint32 cmd_num</code> : 用户自定义的 AT 指令数目
返回	无
示例	请参考 <code>ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c</code>



5.1.4. at_get_next_int_dec

功能	从 AT 指令行中解析 int 型数字
函数定义	<code>bool at_get_next_int_dec (char **p_src,int* result,int* err)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>char **p_src</code>: 参数 <code>*p_src</code> 为接收到的 AT 指令字符串• <code>int* result</code>: 从 AT 指令中解析出的 int 型数字• <code>int* err</code>: 解析处理时的错误码<ul style="list-style-type: none">- 1: 数字省略时, 返回错误码 1- 3: 只发现 '-' 时, 返回错误码 3
返回	<code>true</code> : 正常解析到数字 (数字省略时, 仍然返回 <code>true</code> , 但错误码会为 1) ; <code>false</code> : 解析异常, 返回错误码; 异常可能: 数字超过 10 bytes, 遇到 <code>\r</code> 结束符, 只发现 - 字符。
示例	请参考 <code>ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c</code>

5.1.5. at_data_str_copy

功能	从 AT 指令行中解析字符串
函数定义	<code>int32 at_data_str_copy (char * p_dest, char ** p_src,int32 max_len)</code>
参数	<ul style="list-style-type: none">• <code>char * p_dest</code>: 从 AT 指令行中解析到的字符串• <code>char **p_src</code>: 参数 <code>*p_src</code> 为接收到的 AT 指令字符串• <code>int32 max_len</code>: 允许的最大字符串长度
返回	解析到的字符串长度: <code>>=0</code> : 成功, 则返回解析到的字符串长度 <code><0</code> : 失败, 返回 <code>-1</code>
示例	请参考 <code>ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c</code>

5.1.6. at_init

功能	AT 初始化
函数定义	<code>void at_init (void)</code>
参数	无
返回	无
示例	请参考 <code>ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c</code>



5.1.7. at_port_print

功能	从 AT 串口 (UART0) 输出字符串
函数定义	<code>void at_port_print(const char *str)</code>
参数	<code>const char *str</code> : 字符串
返回	无
示例	请参考 <i>ESP8266_NONOS_SDK/examples/at/user/user_main.c</i>

5.1.8. at_set_custom_info

功能	开发者自定义 AT 版本信息，可由指令 AT+GMR 查询到。
函数定义	<code>void at_set_custom_info (char *info)</code>
参数	<code>char *info</code> : 版本信息
返回	无

5.1.9. at_enter_special_state

功能	进入 AT 指令执行态，此时不响应其他 AT 指令，返回 <i>busy</i>
函数定义	<code>void at_enter_special_state (void)</code>
参数	无
返回	无

5.1.10. at_leave_special_state

功能	退出 AT 指令执行态
函数定义	<code>void at_leave_special_state (void)</code>
参数	无
返回	无

5.1.11. at_get_version

功能	查询乐鑫提供的 AT lib 版本号
函数定义	<code>uint32 at_get_version (void)</code>
参数	无
返回	乐鑫 AT lib 版本号



5.1.12. at_register_uart_rx_intr

功能	设置 UART0 RX 是由用户使用，还是由 AT 使用。
注意	<ul style="list-style-type: none">• 本接口可以重复调用。• 运行 AT BIN，UART0 RX 默认供 AT 使用。
函数定义	<code>void at_register_uart_rx_intr (at_custom_uart_rx_intr rx_func)</code>
参数	<code>at_custom_uart_rx_intr</code> : 注册用户使用 UART0 的 Rx 中断处理函数；如果传 <code>NULL</code> ，则切换为 AT 使用 UART0
返回	无
示例	<pre>void user_uart_rx_intr (uint8* data, int32 len) { // UART0 rx for user os_printf("len=%d \r\n", len); os_printf(data); // change UART0 for AT at_register_uart_rx_intr(NULL); } void user_init(void) { at_register_uart_rx_intr(user_uart_rx_intr); }</pre>

5.1.13. at_response

功能	设置 AT 响应
注意	<ul style="list-style-type: none">• 默认情况下，<code>at_response</code> 从 UART0 TX 输出，与 <code>at_port_print</code> 功能相同。• 如果调用了 <code>at_register_response_func</code>，<code>at_response</code> 的字符串成为 <code>response_func</code> 的参数，由用户自行处理。
函数定义	<code>void at_response (const char *str)</code>
参数	<code>const char *str</code> : 字符串
返回	无

5.1.14. at_register_response_func

功能	注册 <code>at_response</code> 的回调函数。调用了 <code>at_register_response_func</code> ， <code>at_response</code> 的字符串将传入 <code>response_func</code> ，由用户自行处理。
函数定义	<code>void at_register_response_func (at_custom_response_func_type response_func)</code>
参数	<code>at_custom_response_func_type</code> : <code>at_response</code> 的回调函数
返回	无



5.1.15. at_fake_uart_enable

功能	使能模拟 UART，开发者可用于实现网络 AT 指令，或者 SDIO AT 指令。
函数定义	<code>bool at_fake_uart_enable(bool enable, at_fake_uart_tx_func_type func)</code>
参数	<code>bool enable</code> : 使能模拟 UART <code>at_fake_uart_tx_func_type func</code> : 模拟 UART Tx 的回调函数
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败

5.1.16. at_fake_uart_rx

功能	模拟 UART RX，开发者可用于实现网络 AT 指令，或者 SDIO AT 指令。
函数定义	<code>uint32 at_fake_uart_rx(uint8* data, uint32 length)</code>
参数	<code>uint8* data</code> : 模拟 UART Rx 收到的数据 <code>uint32 length</code> : 数据长度
返回	如果执行成功，则返回值与 <code>length</code> 相同；否则，执行失败。

5.1.17. at_set_escape_character

功能	设置 AT 指令的转义字符，支持设置为符号 <code>!</code> 、 <code>#</code> 、 <code>\$</code> 、 <code>@</code> 、 <code>&</code> 、 <code>\</code> 的其中之一，默认转义字符为 <code>\</code> 。
函数定义	<code>bool at_set_escape_character(uint8 ch)</code>
参数	<code>uint8 ch</code> : 转义字符，支持传入符号 <code>!</code> 、 <code>#</code> 、 <code>\$</code> 、 <code>@</code> 、 <code>&</code> 、 <code>\</code> 的其中之一。
返回	<code>true</code> : 成功 <code>false</code> : 失败



5.2. JSON 接口

位于 `ESP8266_NONOS_SDK/include/json/jsonparse.h` & `jsontree.h`。

5.2.1. jsonparse_setup

功能	JSON 解析初始化
函数定义	<pre>void jsonparse_setup(struct jsonparse_state *state, const char *json, int len)</pre>
参数	<p><code>struct jsonparse_state *state</code>: JSON 解析指针</p> <p><code>const char *json</code>: JSON 解析字符串</p> <p><code>int len</code>: 字符串长度</p>
返回	无

5.2.2. jsonparse_next

功能	解析 JSON 格式下一个元素
函数定义	<pre>int jsonparse_next(struct jsonparse_state *state)</pre>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针
返回	<code>int</code> : 解析结果

5.2.3. jsonparse_copy_value

功能	复制当前解析字符串到指定缓存
函数定义	<pre>int jsonparse_copy_value(struct jsonparse_state *state, char *str, int size)</pre>
参数	<p><code>struct jsonparse_state *state</code>: JSON 解析指针</p> <p><code>char *str</code>: 缓存指针</p> <p><code>int size</code>: 缓存大小</p>
返回	<code>int</code> : 复制结果

5.2.4. jsonparse_get_value_as_int

功能	解析JSON 格式为整型数据
函数定义	<pre>int jsonparse_get_value_as_int(struct jsonparse_state *state)</pre>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针



返回	<code>int</code> : 解析结果
----	-------------------------

5.2.5. jsonparse_get_value_as_long

功能	解析 JSON 格式为为长整型数据
函数定义	<code>long jsonparse_get_value_as_long(struct jsonparse_state *state)</code>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针
返回	<code>int</code> : 解析结果

5.2.6. jsonparse_get_len

功能	解析 JSON 格式数据长度
函数定义	<code>int jsonparse_get_value_len(struct jsonparse_state *state)</code>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针
返回	<code>int</code> : 解析长度

5.2.7. jsonparse_get_value_as_type

功能	解析 JSON 格式数据类型
函数定义	<code>int jsonparse_get_value_as_type(struct jsonparse_state *state)</code>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针
返回	<code>int</code> : JSON 格式数据类型

5.2.8. jsonparse_strcmp_value

功能	比较解析 JSON 数据与特定字符串
函数定义	<code>int jsonparse_strcmp_value(struct jsonparse_state *state, const char *str)</code>
参数	<code>struct jsonparse_state *state</code> : JSON 解析指针 <code>const char *str</code> : 字符串缓存
返回	<code>int</code> : 比较结果

5.2.9. jsontree_set_up

功能	生成 JSON 格式数据树
函数定义	<pre>void jsontree_setup(struct jsontree_context *js_ctx, struct jsontree_value *root, int (* putchar)(int))</pre>



参数	<code>struct jsontree_context *js_ctx</code> : JSON 格式树元素指针 <code>struct jsontree_value *root</code> : 根树元素指针 <code>int (* putchar)(int)</code> : 输入函数
返回	无

5.2.10. jsontree_reset

功能	设置 JSON 数
函数定义	<code>void jsontree_reset(struct jsontree_context *js_ctx)</code>
参数	<code>struct jsontree_context *js_ctx</code> : JSON 格式树指针
返回	无

5.2.11. jsontree_path_name

功能	获取 JSON 树参数
函数定义	<code>const char *jsontree_path_name(const struct jsontree_cotext *js_ctx, int depth)</code>
参数	<code>struct jsontree_context *js_ctx</code> : JSON 格式树指针 <code>int depth</code> : JSON 格式树深度
返回	<code>char*</code> : 参数指针

5.2.12. jsontree_write_int

功能	整型数写入 JSON 树
函数定义	<code>void jsontree_write_int(const struct jsontree_context *js_ctx, int value)</code>
参数	<code>struct jsontree_context *js_ctx</code> : JSON 树指针 <code>int value</code> : 整型数
返回	无



5.2.13. jsontree_write_int_array

功能	整型数组写入 JSON 树
函数定义	<pre>void jsontree_write_int_array(const struct jsontree_context *js_ctx, const int *text, uint32 length)</pre>
参数	<p><code>struct jsontree_context *js_ctx</code>: JSON 树指针</p> <p><code>int *text</code>: 数组入口地址</p> <p><code>uint32 length</code>: 数组长度</p>
返回	无

5.2.14. jsontree_write_string

功能	字符串写入 JSON 树
函数定义	<pre>void jsontree_write_string(const struct jsontree_context *js_ctx, const char *text)</pre>
参数	<p><code>struct jsontree_context *js_ctx</code>: JSON 格式树指针</p> <p><code>const char* text</code>: 字符串指针</p>
返回	无

5.2.15. jsontree_print_next

功能	获取 JSON 树下一个元素
函数定义	<pre>int jsontree_print_next(struct jsontree_context *js_ctx)</pre>
参数	<code>struct jsontree_context *js_ctx</code> : JSON 树指针
返回	<code>int</code> : JSON 树深度

5.2.16. jsontree_find_next

功能	查找 JSON 树元素
函数定义	<pre>struct jsontree_value *jsontree_find_next(struct jsontree_context *js_ctx, int type)</pre>
参数	<p><code>struct jsontree_context *js_ctx</code>: JSON 树指针</p> <p><code>int</code>: 类型</p>
返回	<code>struct jsontree_value *</code> : JSON 树元素指针



6. 参数结构体和宏定义

6.1. 定时器

```
typedef void ETSTimerFunc(void *timer_arg);
typedef struct _ETSTIMER_ {
    struct _ETSTIMER_ *timer_next;
    uint32_t timer_expire;
    uint32_t timer_period;
    ETSTimerFunc *timer_func;
    void *timer_arg;
} ETSTimer;
```

6.2. Wi-Fi 参数

6.2.1. Station 参数

```
typedef struct {
    int8 rssi;
    AUTH_MODE authmode;
} wifi_fast_scan_threshold_t;

struct station_config {
    uint8 ssid[32];
    uint8 password[64];
    uint8 bssid_set; // Note: If bssid_set is 1, station will just connect to the
                    // with both ssid[] and bssid[] matched. Please check about
                    // this.
    uint8 bssid[6];
    wifi_fast_scan_threshold_t threshold;
};
```

⚠ 注意:

BSSID 表示 AP 的 MAC 地址，用于多个 AP 的 SSID 相同的情况。如果 `station_config.bssid_set==1`，`station_config.bssid` 必须设置，否则连接失败。一般情况下，`station_config.bssid_set` 设置为 0。

6.2.2. SoftAP 参数

```
typedef enum _auth_mode {
    AUTH_OPEN = 0,
    AUTH_WEP,
    AUTH_WPA_PSK,
    AUTH_WPA2_PSK,
    AUTH_WPA_WPA2_PSK
} AUTH_MODE;
```



```
struct softap_config {
    uint8 ssid[32];
    uint8 password[64];
    uint8 ssid_len;
    uint8 channel;           // support 1 ~ 13
    uint8 authmode;          // Don't support AUTH_WEP in soft-AP mode
    uint8 ssid_hidden;       // default 0
    uint8 max_connection;    // default 4, max 4
    uint16 beacon_interval;  // 100 ~ 60000 ms, default 100
};
```

⚠ 注意:

如果 `softap_config.ssid_len==0`, 读取 SSID 直至结束符, 否则, 根据 `softap_config.ssid_len` 设置 SSID 的长度。

6.2.3. Scan 参数

```
struct scan_config {
    uint8 *ssid;
    uint8 *bssid;
    uint8 channel;
    uint8 show_hidden;       // Scan APs which are hiding their SSID or not.
    wifi_scan_type_t scan_type; // scan type, active or passive
    wifi_scan_time_t scan_time; // scan time per channel
};

struct bss_info {
    STAILQ_ENTRY(bss_info)    next;

    uint8 bssid[6];
    uint8 ssid[32];
    uint8 ssid_len;
    uint8 channel;
    sint8 rssi;
    AUTH_MODE authmode;
    uint8 is_hidden;          // SSID of current AP is hidden or not
    sint16 freq_offset;       // AP's frequency offset
    sint16 freqcal_val;
    uint8 *esp_mesh_ie;
    uint8 simple_pair;
    CIPHER_TYPE pairwise_cipher;
    CIPHER_TYPE group_cipher;
    uint32_t phy_11b:1;
    uint32_t phy_11g:1;
    uint32_t phy_11n:1;
    uint32_t wps:1;
    uint32_t reserved:28;
};

typedef void (* scan_done_cb_t)(void *arg, STATUS status);
```




6.2.4. Wi-Fi Event 结构体

```
enum {
    EVENT_STAMODE_CONNECTED = 0,
    EVENT_STAMODE_DISCONNECTED,
    EVENT_STAMODE_AUTHMODE_CHANGE,
    EVENT_STAMODE_GOT_IP,
    EVENT_STAMODE_DHCP_TIMEOUT,
    EVENT_SOFTAPMODE_STACONNECTED,
    EVENT_SOFTAPMODE_STADISCONNECTED,
    EVENT_SOFTAPMODE_PROBEREQRECVED,
    EVENT_OPMODE_CHANGED,
    EVENT_SOFTAPMODE_DISTRIBUTE_STA_IP,
    EVENT_MAX
};

enum {
    REASON_UNSPECIFIED          = 1,
    REASON_AUTH_EXPIRE          = 2,
    REASON_AUTH_LEAVE           = 3,
    REASON_ASSOC_EXPIRE         = 4,
    REASON_ASSOC_TOOMANY        = 5,
    REASON_NOT_AUTHED           = 6,
    REASON_NOT_ASSOCED          = 7,
    REASON_ASSOC_LEAVE          = 8,
    REASON_ASSOC_NOT_AUTHED     = 9,
    REASON_DISASSOC_PWRCAP_BAD  = 10, /* 11h */
    REASON_DISASSOC_SUPCHAN_BAD = 11, /* 11h */
    REASON_IE_INVALID           = 13, /* 11i */
    REASON_MIC_FAILURE          = 14, /* 11i */
    REASON_4WAY_HANDSHAKE_TIMEOUT = 15, /* 11i */
    REASON_GROUP_KEY_UPDATE_TIMEOUT = 16, /* 11i */
    REASON_IE_IN_4WAY_DIFFERS   = 17, /* 11i */
    REASON_GROUP_CIPHER_INVALID = 18, /* 11i */
    REASON_PAIRWISE_CIPHER_INVALID = 19, /* 11i */
    REASON_AKMP_INVALID         = 20, /* 11i */
    REASON_UNSUPP_RSN_IE_VERSION = 21, /* 11i */
    REASON_INVALID_RSN_IE_CAP   = 22, /* 11i */
    REASON_802_1X_AUTH_FAILED   = 23, /* 11i */
    REASON_CIPHER_SUITE_REJECTED = 24, /* 11i */

    REASON_BEACON_TIMEOUT       = 200,
    REASON_NO_AP_FOUND          = 201,
    REASON_AUTH_FAIL            = 202,
    REASON_ASSOC_FAIL           = 203,
    REASON_HANDSHAKE_TIMEOUT     = 204,
};

typedef struct {
    uint8 ssid[32];
    uint8 ssid_len;
```



```
        uint8 bssid[6];
        uint8 channel;
    } Event_StaMode_Connected_t;

typedef struct {
    uint8 ssid[32];
    uint8 ssid_len;
    uint8 bssid[6];
    uint8 reason;
} Event_StaMode_Disconnected_t;

typedef struct {
    uint8 old_mode;
    uint8 new_mode;
} Event_StaMode_AuthMode_Change_t;

typedef struct {
    struct ip_addr ip;
    struct ip_addr mask;
    struct ip_addr gw;
} Event_StaMode_Got_IP_t;

typedef struct {
    uint8 mac[6];
    uint8 aid;
} Event_SoftAPMode_StaConnected_t;

typedef struct {
    uint8 mac[6];
    struct ip_addr ip;
    uint8 aid;
} Event_SoftAPMode_Distribute_Sta_IP_t;

typedef struct {
    uint8 mac[6];
    uint8 aid;
} Event_SoftAPMode_StaDisconnected_t;

typedef struct {
    int rssi;
    uint8 mac[6];
} Event_SoftAPMode_ProbeReqRecved_t;

typedef struct {
    uint8 old_opmode;
    uint8 new_opmode;
} Event_OpMode_Change_t;

typedef union {
    Event_StaMode_Connected_t          connected;
```



```
        Event_StaMode_Disconnected_t      disconnected;
        Event_StaMode_AuthMode_Change_t    auth_change;
        Event_StaMode_Got_IP_t             got_ip;
        Event_SoftAPMode_StaConnected_t     sta_connected;
        Event_SoftAPMode_Distribute_Sta_IP_t distribute_sta_ip;
        Event_SoftAPMode_StaDisconnected_t   sta_disconnected;
        Event_SoftAPMode_ProbeReqRecved_t    ap_probereqrecved;
        Event_OpMode_Change_t               opmode_changed;
    } Event_Info_u;

    typedef struct _esp_event {
        uint32 event;
        Event_Info_u event_info;
    } System_Event_t;
```

6.2.5. SmartConfig 结构体

```
typedef enum {
    SC_STATUS_WAIT = 0,      // 连接未开始, 请勿在此阶段开始连接
    SC_STATUS_FIND_CHANNEL, // 请在此阶段开启 APP 进行配对连接
    SC_STATUS_GETTING_SSID_PSWD,
    SC_STATUS_LINK,
    SC_STATUS_LINK_OVER,    // 获取到 IP, 连接路由完成
} sc_status;

typedef enum {
    SC_TYPE_ESPTOUCH = 0,
    SC_TYPE_AIRKISS,
    SC_TYPE_ESPTOUCH_AIRKISS,
} sc_type;
```

6.3. JSON 相关结构体

6.3.1. JSON 结构体

```
struct jsontree_value {
    uint8_t type;
};

struct jsontree_pair {
    const char *name;
    struct jsontree_value *value;
};

struct jsontree_context {
    struct jsontree_value *values[JSONTREE_MAX_DEPTH];
    uint16_t index[JSONTREE_MAX_DEPTH];
    int (* putchar)(int);
    uint8_t depth;
```



```
uint8_t path;
int callback_state;
};

struct jsontree_callback {
    uint8_t type;
    int (* output)(struct jsontree_context *js_ctx);
    int (* set)(struct jsontree_context *js_ctx,
                struct jsonparse_state *parser);
};

struct jsontree_object {
    uint8_t type;
    uint8_t count;
    struct jsontree_pair *pairs;
};

struct jsontree_array {
    uint8_t type;
    uint8_t count;
    struct jsontree_value **values;
};

struct jsonparse_state {
    const char *json;
    int pos;
    int len;
    int depth;
    int vstart;
    int vlen;
    char vtype;
    char error;
    char stack[JSONPARSE_MAX_DEPTH];
};
```

6.3.2. JSON 宏定义

```
#define JSONTREE_OBJECT(name, ...) /
static struct jsontree_pair jsontree_pair_##name[] = {__VA_ARGS__}; /
static struct jsontree_object name = { /
    JSON_TYPE_OBJECT, /
    sizeof(jsontree_pair_##name)/sizeof(struct jsontree_pair), /
    jsontree_pair_##name }

#define JSONTREE_PAIR_ARRAY(value) (struct jsontree_value *) (value)
#define JSONTREE_ARRAY(name, ...) /
static struct jsontree_value* jsontree_value_##name[] = {__VA_ARGS__}; /
static struct jsontree_array name = { /
    JSON_TYPE_ARRAY, /
    sizeof(jsontree_value_##name)/sizeof(struct jsontree_value*), /
    jsontree_value_##name }
```



6.4. espconn 参数

6.4.1. 回调函数

```
/** callback prototype to inform about events for a espconn */
typedef void (* espconn_recv_callback)(void *arg, char *pdata, unsigned short len);
typedef void (* espconn_callback)(void *arg, char *pdata, unsigned short len);
typedef void (* espconn_connect_callback)(void *arg);
```

6.4.2. espconn

```
typedef void* espconn_handle;
typedef struct _esp_tcp {
    int remote_port;
    int local_port;
    uint8 local_ip[4];
    uint8 remote_ip[4];
    espconn_connect_callback connect_callback;
    espconn_reconnect_callback reconnect_callback;
    espconn_connect_callback disconnect_callback;
    espconn_connect_callback write_finish_fn;
} esp_tcp;

typedef struct _esp_udp {
    int remote_port;
    int local_port;
    uint8 local_ip[4];
    uint8 remote_ip[4];
} esp_udp;

/** Protocol family and type of the espconn */
enum espconn_type {
    ESPCONN_INVALID    = 0,
    /* ESPCONN_TCP Group */
    ESPCONN_TCP        = 0x10,
    /* ESPCONN_UDP Group */
    ESPCONN_UDP        = 0x20,
};

enum espconn_option{
    ESPCONN_START = 0x00,
    ESPCONN_REUSEADDR = 0x01,
    ESPCONN_NODELAY = 0x02,
    ESPCONN_COPY = 0x04,
    ESPCONN_KEEPAIVE = 0x08,
    ESPCONN_MANUALRECV = 0x10,
    ESPCONN_END
}

enum espconn_level{
    ESPCONN_KEEPIIDLE,
```



```
        ESPCONN_KEEPINTVL,
        ESPCONN_KEEPCNT
    }

    /** Current state of the espconn. Non-TCP espconn are always in state ESPCONN_NONE! */
    enum espconn_state {
        ESPCONN_NONE,
        ESPCONN_WAIT,
        ESPCONN_LISTEN,
        ESPCONN_CONNECT,
        ESPCONN_WRITE,
        ESPCONN_READ,
        ESPCONN_CLOSE
    };

    /** A espconn descriptor */
    struct espconn {
        /** type of the espconn (TCP, UDP) */
        enum espconn_type type;
        /** current state of the espconn */
        enum espconn_state state;
        union {
            esp_tcp *tcp;
            esp_udp *udp;
        } proto;
        /** A callback function that is informed about events for this espconn */
        espconn_recv_callback recv_callback;
        espconn_sent_callback sent_callback;
        uint8 link_cnt;
        void *reverse; // reversed for customer use
    };
```

6.5. 中断相关宏定义

```
/* interrupt related */
#define ETS_SPI_INUM    2
#define ETS_GPIO_INUM  4
#define ETS_UART_INUM  5
#define ETS_UART1_INUM 5
#define ETS_FRC_TIMER1_INUM 9

/* disable all interrupts */
#define ETS_INTR_LOCK()      ets_intr_lock()
/* enable all interrupts */
#define ETS_INTR_UNLOCK()    ets_intr_unlock()

/* register interrupt handler of frc timer1 */
#define ETS_FRC_TIMER1_INTR_ATTACH(func, arg) \
    ets_isr_attach(ETS_FRC_TIMER1_INUM, (func), (void *) (arg))
```



```
/* register interrupt handler of GPIO */
#define ETS_GPIO_INTR_ATTACH(func, arg) \
ets_isr_attach(ETS_GPIO_INUM, (func), (void *) (arg))

/* register interrupt handler of UART */
#define ETS_UART_INTR_ATTACH(func, arg) \
ets_isr_attach(ETS_UART_INUM, (func), (void *) (arg))

/* register interrupt handler of SPI */
#define ETS_SPI_INTR_ATTACH(func, arg) \
ets_isr_attach(ETS_SPI_INUM, (func), (void *) (arg))

/* enable a interrupt */
#define ETS_INTR_ENABLE(inum) ets_isr_unmask((1<<inum))
/* disable a interrupt */
#define ETS_INTR_DISABLE(inum) ets_isr_mask((1<<inum))

/* enable SPI interrupt */
#define ETS_SPI_INTR_ENABLE() ETS_INTR_ENABLE(ETS_SPI_INUM)

/* enable UART interrupt */
#define ETS_UART_INTR_ENABLE() ETS_INTR_ENABLE(ETS_UART_INUM)
/* disable UART interrupt */
#define ETS_UART_INTR_DISABLE() ETS_INTR_DISABLE(ETS_UART_INUM)

/* enable frc1 timer interrupt */
#define ETS_FRC1_INTR_ENABLE() ETS_INTR_ENABLE(ETS_FRC_TIMER1_INUM)
/* disable frc1 timer interrupt */
#define ETS_FRC1_INTR_DISABLE() ETS_INTR_DISABLE(ETS_FRC_TIMER1_INUM)

/* enable GPIO interrupt */
#define ETS_GPIO_INTR_ENABLE() ETS_INTR_ENABLE(ETS_GPIO_INUM)
/* disable GPIO interrupt */
#define ETS_GPIO_INTR_DISABLE() ETS_INTR_DISABLE(ETS_GPIO_INUM)
```



7.

外设驱动接口

外围设备驱动可以参考 */ESP8266_NONOS_SDK/driver_lib*。

7.1. GPIO 接口

GPIO 相关接口位于 */ESP8266_NONOS_SDK/include/eagle_soc.h* & *gpio.h*。

使用示例可参考 */ESP8266_NONOS_SDK/examples/IoT_Demo/user/user_plug.c*。

7.1.1. PIN 相关宏定义

以下宏定义控制 GPIO 管脚状态：

<code>PIN_PULLUP_DIS(PIN_NAME)</code>	管脚上拉屏蔽	示例： <code>// Use MTDI pin as GPIO12. PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U, FUNC_GPIO12);</code>
<code>PIN_PULLUP_EN(PIN_NAME)</code>	管脚上拉使能	
<code>PIN_FUNC_SELECT(PIN_NAME, FUNC)</code>	管脚功能选择	

7.1.2. gpio_output_set

功能	设置 GPIO 属性
函数定义	<pre>void gpio_output_set(uint32 set_mask, uint32 clear_mask, uint32 enable_mask, uint32 disable_mask)</pre>
参数	<p><code>uint32 set_mask</code>: 设置输出为高的位，对应位为1，输出高，对应位为0，不改变状态</p> <p><code>uint32 clear_mask</code>: 设置输出为低的位，对应位为1，输出低，对应位为0，不改变状态</p> <p><code>uint32 enable_mask</code>: 设置使能输出的位</p> <p><code>uint32 disable_mask</code>: 设置使能输入的位</p>
返回	无
示例	<p><code>gpio_output_set(BIT12, 0, BIT12, 0)</code>: 设置 GPIO12 输出高电平；</p> <p><code>gpio_output_set(0, BIT12, BIT12, 0)</code>: 设置 GPIO12 输出低电平；</p> <p><code>gpio_output_set(BIT12, BIT13, BIT12 BIT13, 0)</code>: 设置 GPIO12 输出高电平，GPIO13 输出低电平；</p> <p><code>gpio_output_set(0, 0, 0, BIT12)</code>: 设置 GPIO12 为输入</p>



7.1.3. GPIO 输入输出相关宏

<code>GPIO_OUTPUT_SET(gpio_no, bit_value)</code>	设置 <code>gpio_no</code> 管脚输出 <code>bit_value</code> ，与上一节的输出高低电平的示例相同。
<code>GPIO_DIS_OUTPUT(gpio_no)</code>	设置 <code>gpio_no</code> 管脚输入，与上一节的设置输入示例相同。
<code>GPIO_INPUT_GET(gpio_no)</code>	获取 <code>gpio_no</code> 管脚的电平状态。

7.1.4. GPIO 中断

<code>ETS_GPIO_INTR_ATTACH(func, arg)</code>	注册 GPIO 中断处理函数
<code>ETS_GPIO_INTR_DISABLE()</code>	关 GPIO 中断
<code>ETS_GPIO_INTR_ENABLE()</code>	开 GPIO 中断

7.1.5. gpio_pin_intr_state_set

功能	设置 GPIO 中断触发状态
函数定义	<pre>void gpio_pin_intr_state_set(uint32 i, GPIO_INT_TYPE intr_state)</pre>
参数	<p><code>uint32 i</code>: GPIO pin ID, 例如设置 GPIO14, 则为 <code>GPIO_ID_PIN(14)</code>;</p> <p><code>GPIO_INT_TYPE intr_state</code>: 中断触发状态:</p> <pre>typedef enum { GPIO_PIN_INTR_DISABLE = 0, GPIO_PIN_INTR_POSEDGE = 1, GPIO_PIN_INTR_NEGEDGE = 2, GPIO_PIN_INTR_ANYEDGE = 3, GPIO_PIN_INTR_LOLEVEL = 4, GPIO_PIN_INTR_HILEVEL = 5 } GPIO_INT_TYPE;</pre>
返回	无

7.1.6. GPIO 中断处理函数

在 GPIO 中断处理函数内，需要做如下操作来清除响应位的中断状态：

```
uint32 gpio_status;  
gpio_status = GPIO_REG_READ(GPIO_STATUS_ADDRESS);  
//clear interrupt status  
GPIO_REG_WRITE(GPIO_STATUS_W1TC_ADDRESS, gpio_status);
```



7.2. UART 接口

默认情况下，UART0 作为系统的打印信息输出接口，当配置为双 UART 时，UART0 作为数据收发接口，UART1 作为打印信息输出接口。使用时，请确保硬件连接正确。

关于 UART 的详细介绍，请参考 [ESP8266 技术参考](#)。

7.2.1. uart_init

功能	双 UART 模式，两个 UART 波特率初始化
函数定义	<pre>void uart_init(UartBaudRate uart0_br, UartBaudRate uart1_br)</pre>
参数	<p><code>UartBaudRate uart0_br</code>: UART0 波特率</p> <p><code>UartBaudRate uart1_br</code>: UART1 波特率</p>
波特率	<pre>typedef enum { BIT_RATE_9600 = 9600, BIT_RATE_19200 = 19200, BIT_RATE_38400 = 38400, BIT_RATE_57600 = 57600, BIT_RATE_74880 = 74880, BIT_RATE_115200 = 115200, BIT_RATE_230400 = 230400, BIT_RATE_460800 = 460800, BIT_RATE_921600 = 921600 } UartBaudRate;</pre>
返回	无

7.2.2. uart0_tx_buffer

功能	通过 UART0 输出用户数据
函数定义	<pre>void uart0_tx_buffer(uint8 *buf, uint16 len)</pre>
参数	<p><code>uint8 *buf</code>: 数据缓存</p> <p><code>uint16 len</code>: 数据长度</p>
返回	无

7.2.3. uart0_rx_intr_handler

功能	UART0 中断处理函数，用户可在该函数内添加对接收到数据包的处理。
函数定义	<pre>void uart0_rx_intr_handler(void *para)</pre>
参数	<code>void *para</code> : 指向数据结构 <code>RcvMsgBuff</code> 的指针
返回	无



7.2.4. uart_div_modify

功能	设置 UART 波特率。
函数定义	<code>void uart_div_modify(uint8 uart_no, uint32 DivLatchValue)</code>
参数	<code>uint8 uart_no</code> : UART 号, UART0 或者 UART1 <code>uint32 DivLatchValue</code> : 分频参数
返回	无
示例	<pre>void ICACHE_FLASH_ATTR UART_SetBaudrate(uint8 uart_no, uint32 baud_rate) { uart_div_modify(uart_no, UART_CLK_FREQ /baud_rate); }</pre>

7.3. I2C Master 接口

ESP8266 不能作为 I2C 从设备, 但可以作为 I2C 主设备, 对其他 I2C 从设备 (例如大多数数字传感器) 进行控制与读写。

每个 GPIO 管脚内部都可以配置为开漏模式 (open-drain), 从而可以灵活的将 GPIO 口用作 I2C data 或 clock 功能。

同时, 芯片内部提供上拉电阻, 以节省外部的上拉电阻。

关于 I2C 的详细介绍, 请参考 [ESP8266 技术参考](#)。

7.3.1. i2c_master_gpio_init

功能	设置 GPIO 为 I2C master 模式
函数定义	<code>void i2c_master_gpio_init (void)</code>
参数	无
返回	无

7.3.2. i2c_master_init

功能	初始化 I2C
函数定义	<code>void i2c_master_init(void)</code>
参数	无
返回	无



7.3.3. i2c_master_start

功能	设置 I2C 进入发送状态
函数定义	<code>void i2c_master_start(void)</code>
参数	无
返回	无

7.3.4. i2c_master_stop

功能	设置 I2C 停止发送
函数定义	<code>void i2c_master_stop(void)</code>
参数	无
返回	无

7.3.5. i2c_master_send_ack

功能	发送 I2C ACK
函数定义	<code>void i2c_master_send_ack (void)</code>
参数	无
返回	无

7.3.6. i2c_master_send_nack

功能	发送 I2C NACK
函数定义	<code>void i2c_master_send_nack (void)</code>
参数	无
返回	无

7.3.7. i2c_master_checkAck

功能	检查 I2C slave 的 ACK
函数定义	<code>bool i2c_master_checkAck (void)</code>
参数	无
返回	<code>true</code> : 获取 I2C slave ACK <code>false</code> : 获取 I2C slave NACK



7.3.8. i2c_master_readByte

功能	从 I2C slave 读取一个字节
函数定义	<code>uint8 i2c_master_readByte (void)</code>
参数	无
返回	<code>uint8</code> : 读取到的值

7.3.9. i2c_master_writeByte

功能	向 I2C slave 写一个字节
函数定义	<code>void i2c_master_writeByte (uint8 wrdata)</code>
参数	<code>uint8 wrdata</code> : 数据
返回	无

7.4. PWM 接口

本文档仅简单介绍 *pwm.h* 中的 PWM 相关接口，详细的 PWM 介绍文档请参考 [ESP8266 技术参考](#)。

PWM 驱动接口函数不能跟 *hw_timer.c* 的接口同时使用，因为它们共用了同一个硬件定时器。PWM 不支持进入 Deep sleep 模式，也请勿调用 `wifi_set_sleep_type(LIGHT_SLEEP)`；将自动睡眠模式设置为 Light-sleep。因为 Light-sleep 在睡眠期间会停 CPU，停 CPU 期间不能响应 NMI 中断。

7.4.1. pwm_init

功能	初始化 PWM，包括 GPIO 选择，周期和占空比。目前仅支持调用一次。
函数定义	<pre>void pwm_init(uint32 period, uint8 *duty, uint32 pwm_channel_num, uint32 (*pin_info_list)[3])</pre>
参数	<p><code>uint32 period</code>: PWM 周期</p> <p><code>uint8 *duty</code>: 各路 PWM 的占空比</p> <p><code>uint32 pwm_channel_num</code>: PWM 通道数</p> <p><code>uint32 (*pin_info_list)[3]</code>: PWM 各通道的 GPIO 硬件参数。本参数是一个 $n * 3$ 的数组指针，数组中定义了 GPIO 的寄存器，对应 PIN 脚的 IO 复用值和 GPIO 对应的序号</p>
返回	无



示例	<p>初始化一个三通道的 PWM:</p> <pre>uint32 io_info[][3] = {{PWM_0_OUT_IO_MUX, PWM_0_OUT_IO_FUNC, PWM_0_OUT_IO_NUM}, {PWM_1_OUT_IO_MUX, PWM_1_OUT_IO_FUNC, PWM_1_OUT_IO_NUM}, {PWM_2_OUT_IO_MUX, PWM_2_OUT_IO_FUNC, PWM_2_OUT_IO_NUM}}; pwm_init(light_param.pwm_period, light_param.pwm_duty, 3, io_info);</pre>
----	--

7.4.2. pwm_start

功能	PWM 开始。每次更新 PWM 设置后，都需要重新调用本接口进行计算。
函数定义	<code>void pwm_start (void)</code>
参数	无
返回	无

7.4.3. pwm_set_duty

功能	设置 PWM 某个通道信号的占空比。设置各路 PWM 信号高电平所占的时间， <code>duty</code> 的范围随 PWM 周期改变，最大值为：Period * 1000 / 45。例如，1KHz PWM， <code>duty</code> 范围是：0 ~ 22222
注意	设置完成后，需要调用 <code>pwm_start</code> 生效。
函数定义	<code>void pwm_set_duty(uint32 duty, uint8 channel)</code>
参数	<code>uint32 duty</code> : 设置高电平时间参数，占空比的值为 $(duty*45)/(period*1000)$ <code>uint8 channel</code> : 当前要设置的 PWM 通道，取值范围依据实际使用了几路 PWM，在 <i>IOT_Demo</i> 中取值在 <code>#define PWM_CHANNEL</code> 定义的范围内。
返回	无

7.4.4. pwm_get_duty

功能	获取某路 PWM 信号的 <code>duty</code> 参数，占空比的值为 $(duty*45)/(period*1000)$
函数定义	<code>uint8 pwm_get_duty(uint8 channel)</code>
参数	<code>uint8 channel</code> : 当前要查询的 PWM 通道，取值范围依据实际使用了几路 PWM，在 <i>IOT_Demo</i> 中取值在 <code>#define PWM_CHANNEL</code> 定义的范围内。
返回	对应某路 PWM 信号的 <code>duty</code> 参数

7.4.5. pwm_set_period

功能	设置 PWM 周期，单位：μs。例如，1KHz PWM，参数为 1000 μs。
注意	设置完成后，需要调用 <code>pwm_start</code> 生效。
函数定义	<code>void pwm_set_period(uint32 period)</code>
参数	<code>uint32 period</code> : PWM 周期，单位：μs



返回	无
----	---

7.4.6. pwm_get_period

功能	查询 PWM 周期
函数定义	<code>uint32 pwm_get_period(void)</code>
参数	无
返回	PWM 周期, 单位: μs

7.4.7. get_pwm_version

功能	查询 PWM 版本信息
函数定义	<code>uint32 get_pwm_version(void)</code>
参数	无
返回	PWM 版本信息

7.5. SDIO 接口

ESP8266 仅支持作为 SDIO slave。

7.5.1. sdio_slave_init

功能	初始化 SDIO
函数定义	<code>void sdio_slave_init(void)</code>
参数	无
返回	无

7.5.2. sdio_load_data

功能	加载数据到 SDIO buffer 中, 并通知 SDIO host 读取。
函数定义	<code>int32 sdio_load_data(const uint8* data, uint32 len)</code>
参数	<code>const uint8* data</code> : 待传输的数据 <code>uint32 len</code> : 数据长度
返回	实际成功加载到 SDIO buffer 中的数据长度。 目前不支持加载部分数据, 如果数据超过 SDIO buffer 可加载容量, 将返回 0, 数据加载失败。



7.5.3. sdio_register_recv_cb

功能	注册 SDIO 收到 host 数据的回调函数。
回调函数定义	<code>typedef void(*sdio_recv_data_callback)(uint8* data, uint32 len)</code> 注册的回调函数不能放在 cache 中，即回调函数前不能添加 <code>ICACHE_FLASH_ATTR</code> 宏定义。
函数定义	<code>bool sdio_register_recv_cb(sdio_recv_data_callback cb)</code>
参数	<code>sdio_recv_data_callback cb</code> : 回调函数
返回	<code>true</code> : 注册成功 <code>false</code> : 注册失败



A.

附录

A.1. ESPCONN 编程

可参考乐鑫提供的示例代码：

<https://github.com/espressif/esp8266-nonos-sample-code>

<https://github.com/espressif/esp8266-rtos-sample-code>

A.1.1. TCP Client 模式

⚠ 注意：

- ESP8266 工作在 *Station* 模式下，需确认 ESP8266 已经连接 AP（路由）分配到 IP 地址，启用 *client* 连接。
- ESP8266 工作在 *SoftAP* 模式下，需确认连接 ESP8266 的设备已被分配到 IP 地址，启用 *client* 连接。

步骤如下：

1. 依据工作协议初始化 `espcconn` 参数；
2. 注册连接成功的回调函数和连接失败重连的回调函数；
 - 调用 `espcconn_regist_connectcb` 和 `espcconn_regist_reconcb`
3. 调用 `espcconn_connect` 建立与 TCP Server 的连接；
4. TCP连接建立成功后，在连接成功的回调函数 `espcconn_connect_callback` 中，注册接收数据的回调函数，发送数据成功的回调函数和断开连接的回调函数。
 - 调用 `espcconn_regist_recvcb`、`espcconn_regist_sentcb` 和 `espcconn_regist_disconcb`
5. 在接收数据的回调函数，或者发送数据成功的回调函数中，执行断开连接操作时，建议适当延时一定时间，确保底层函数执行结束。

A.1.2. TCP Server 模式

⚠ 注意：

- ESP8266 工作在 *Station* 模式下，需确认 ESP8266 已经分配到 IP 地址，再启用 *server* 侦听。
- ESP8266 工作在 *SoftAP* 模式下，可以直接启用 *server* 侦听。

步骤如下：

1. 依据工作协议初始化 `espcconn` 参数；



2. 注册连接成功的回调函数和连接失败重连的回调函数；
 - 调用 `espconn_regist_connectcb` 和 `espconn_regist_reconcb`
3. 调用 `espconn_accept` 侦听 TCP 连接；
4. TCP 连接建立成功后，在连接成功的回调函数 `espconn_connect_callback` 中，注册接收数据的回调函数，发送数据成功的回调函数和断开连接的回调函数。
 - 调用 `espconn_regist_recvcb`、`espconn_regist_sentcb` 和 `espconn_regist_disconcb`

A.1.3. espconn Callback

注册函数	回调函数	说明
<code>espconn_regist_connectcb</code>	<code>espconn_connect_callback</code>	TCP 连接建立成功
<code>espconn_regist_reconcb</code>	<code>espconn_reconnect_callback</code>	TCP 连接发生异常而断开
<code>espconn_regist_sentcb</code>	<code>espconn_sent_callback</code>	TCP 或 UDP 数据发送完成
<code>espconn_regist_recvcb</code>	<code>espconn_recv_callback</code>	TCP 或 UDP 数据接收
<code>espconn_regist_write_finish</code>	<code>espconn_write_finish_callback</code>	数据成功写入 TCP 数据缓存
<code>espconn_regist_disconcb</code>	<code>espconn_disconnect_callback</code>	TCP 连接正常断开

⚠ 注意：

- 回调函数中传入的指针 `arg`，对应网络连接的结构体 `espconn` 指针。该指针为 SDK 内部维护的指针，不同回调传入的指针地址可能不一样，请勿依此判断网络连接。可根据 `espconn` 结构体中的 `remote_ip`、`remote_port` 判断多连接中的不同网络传输。
- 如果 `espconn_connect`（或者 `espconn_secure_connect`）失败，返回非零值，连接未建立，不会进入任何 `espconn callback`。
- 请勿在 `espconn` 任何回调中调用 `espconn_disconnect`（或者 `espconn_secure_disconnect`）断开连接。如有需要，可以在 `espconn` 回调中使用触发任务的方式（`system_os_task` 和 `system_os_post`）调用 `espconn_disconnect`（或者 `espconn_secure_disconnect`）断开连接。

A.2. RTC API 使用示例

以下测试示例，可以验证 RTC 时间和系统时间，在 `system_restart` 时的变化，以及读写 RTC memory。

```
#include "ets_sys.h"
#include "osapi.h"
#include "user_interface.h"

os_timer_t rtc_test_t;
#define RTC_MAGIC 0x55aaaa55
```



```
typedef struct {
    uint64 time_acc;
    uint32 magic ;
    uint32 time_base;
}RTC_TIMER_DEMO;

void rtc_count()
{
    RTC_TIMER_DEMO rtc_time;
    static uint8 cnt = 0;
    system_rtc_mem_read(64, &rtc_time, sizeof(rtc_time));

    if(rtc_time.magic!=RTC_MAGIC){
        os_printf("rtc time init...\r\n");
        rtc_time.magic = RTC_MAGIC;
        rtc_time.time_acc= 0;
        rtc_time.time_base = system_get_rtc_time();
        os_printf("time base : %d \r\n",rtc_time.time_base);
    }

    os_printf("=====\r\n");
    os_printf("RTC time test : \r\n");

    uint32 rtc_t1,rtc_t2;
    uint32 st1,st2;
    uint32 cal1, cal2;

    rtc_t1 = system_get_rtc_time();
    st1 = system_get_time();

    cal1 = system_rtc_clock_cali_proc();
    os_delay_us(300);

    st2 = system_get_time();
    rtc_t2 = system_get_rtc_time();

    cal2 = system_rtc_clock_cali_proc();
    os_printf(" rtc_t2-t1 : %d \r\n",rtc_t2-rtc_t1);
    os_printf(" st2-t2 : %d \r\n",st2-st1);
    os_printf("cal 1 : %d.%d \r\n", ((cal1*1000)>>12)/1000, ((cal1*1000)>>12)%1000 );
    os_printf("cal 2 : %d.%d \r\n",((cal2*1000)>>12)/1000,((cal2*1000)>>12)%1000 );
    os_printf("=====\r\n\r\n");
    rtc_time.time_acc += ( ((uint64)(rtc_t2 - rtc_time.time_base)) * ( (uint64)
((cal2*1000)>>12)) ) ;
    os_printf("rtc time acc : %lld \r\n",rtc_time.time_acc);
    os_printf("power on time : %lld us\r\n", rtc_time.time_acc/1000);
    os_printf("power on time : %lld.%02lld S\r\n", (rtc_time.time_acc/1000000)/100,
(rtc_time.time_acc/1000000)%100);

    rtc_time.time_base = rtc_t2;
```



```
system_rtc_mem_write(64, &rtc_time, sizeof(rtc_time));
os_printf("-----\r\n");

if(5 == (cnt++)){
    os_printf("system restart\r\n");
    system_restart();
}else{
    os_printf("continue ...\r\n");
}
}

void user_init(void)
{
    rtc_count();
    os_printf("SDK version:%s\n", system_get_sdk_version());

    os_timer_disarm(&rtc_test_t);
    os_timer_setfn(&rtc_test_t, rtc_count, NULL);
    os_timer_arm(&rtc_test_t, 10000, 1);
}
```

A.3. Sniffer 说明

关于 sniffer 的详细说明，请参考 [ESP8266 技术参考](#)。

A.4. ESP8266 SoftAP 和 Station 信道定义

虽然 ESP8266 支持 SoftAP+Station 共存模式，但是 ESP8266 实际只有一个硬件信道。因此在 SoftAP+Station 模式时，ESP8266 SoftAP 会动态调整信道值与 ESP8266 Station 一致。

这个限制会导致 ESP8266 SoftAP+Station 模式时一些行为上的不便，用户请注意。例如：

情况一

1. 如果 ESP8266 Station 连接到一个路由（假设路由信道号为 6）
2. 通过接口 `wifi_softap_set_config` 设置 ESP8266 SoftAP
3. 若设置值合法有效，该 API 将返回 `true`，但信道号仍然会自动调节成与 ESP8266 Station 接口一致，在这个例子里也就是信道号为 6。因为 ESP8266 在硬件上只有一个信道，由 ESP8266 Station 与 SoftAP 接口共用。

情况二

1. 调用接口 `wifi_softap_set_config` 设置 ESP8266 SoftAP（例如信道号为 5）
2. 其他 Station 连接到 ESP8266 SoftAP



3. 将 ESP8266 Station 连接到路由（假设路由信道号为 6）
4. ESP8266 SoftAP 将自动调整信道号与 ESP8266 Station 一致（信道 6）
5. 由于信道改变，之前连接到 ESP8266 SoftAP 的 Station 的 Wi-Fi 连接断开。

情况三

1. 其他 Station 与 ESP8266 SoftAP 建立连接
2. 如果 ESP8266 Station 一直尝试扫描或连接某路由，可能导致 ESP8266 SoftAP 端的连接断开。
3. 因为 ESP8266 Station 会遍历各个信道查找目标路由，意味着 ESP8266 其实在不停切换信道，ESP8266 SoftAP 的信道也因此不停更改。这可能导致 ESP8266 SoftAP 端的原有连接断开。
4. 这种情况，用户可以通过设置定时器，超时后调用 `wifi_station_disconnect` 停止 ESP8266 Station 不断连接路由的尝试；或者在初始配置时，调用 `wifi_station_set_reconnect_policy` 和 `wifi_station_set_auto_connect` 禁止 ESP8266 Station 尝试重连路由。

A.5. ESP8266 启动信息说明

ESP8266 启动时，将从 UART0 以波特率 74880 打印如下启动信息：

```
ets Jan 8 2013,rst cause:2, boot mode:(3,6)

load 0x4010f000, len 1264, room 16
tail 0

chksum 0x42

csum 0x42
```

其中可供用户参考的启动信息说明如下：

启动信息	说明
rst cause	1: 上电
	2: 外部复位



启动信息	说明
	4: 硬件看门狗复位
boot mode 第一个参数	1: ESP8266 处于 UART-down 模式, 可通过 UART 下载固件
	3: ESP8266 处于 Flash-boot 模式, 从 Flash 启动运行
chksum	chksum 与 csum 值相等, 表示启动过程中 Flash 读取正确

A.6. ESP8266 信令测试使用说明

ESP8266_NonOS_SDK_V3.0 增加了信令测试功能, 该功能默认关闭。在 `user_interface.h` 定义了函数 `wifi_enable_signaling_measurement()` 和 `wifi_disable_signaling_measurement()` 可用于开启/关闭信令测试功能。建议使用罗德施瓦茨公司的 CMW500 信令测试仪进行测试。具体使用步骤如下:

- (1) 在系统启动后, 调用 `wifi_set_opmode` 使能 sta 模式, 调用 `wifi_enable_signaling_measurement` 开启信令测试模式;
- (2) 如果需要测试 11n 或者 11b, 可以调用 `wifi_set_phy_mode` 将模式设置为 11n 或者 11b; 如果无需测试, 则无需调用, ESP8266 默认在 11g 模式;
- (3) 调用 `wifi_station_connect` 连接测试仪。



乐鑫 IOT 团队
www.espressif.com

免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归© 2020 乐鑫所有。保留所有权利。